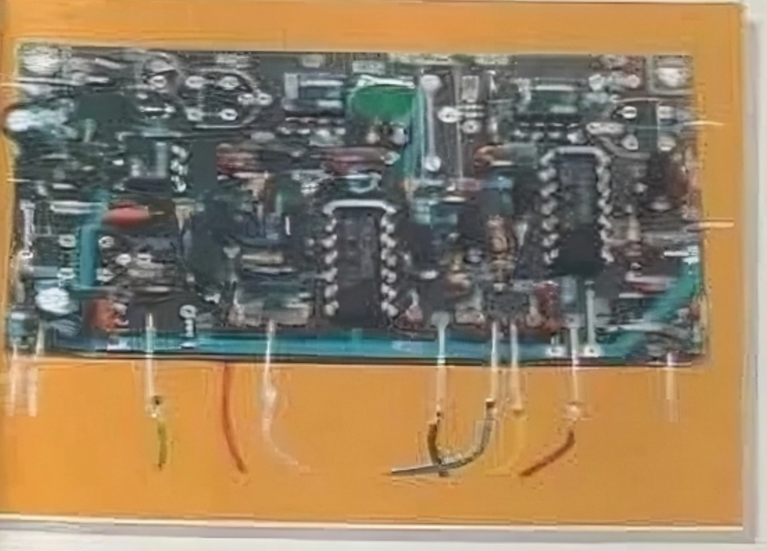
WITRYNA KLUBU AVT

9/98

5 zł 40 gr

Wrzesień 1998

ELEKTRONIKA dla wszystkich



▲ Wzmacniacz programowany

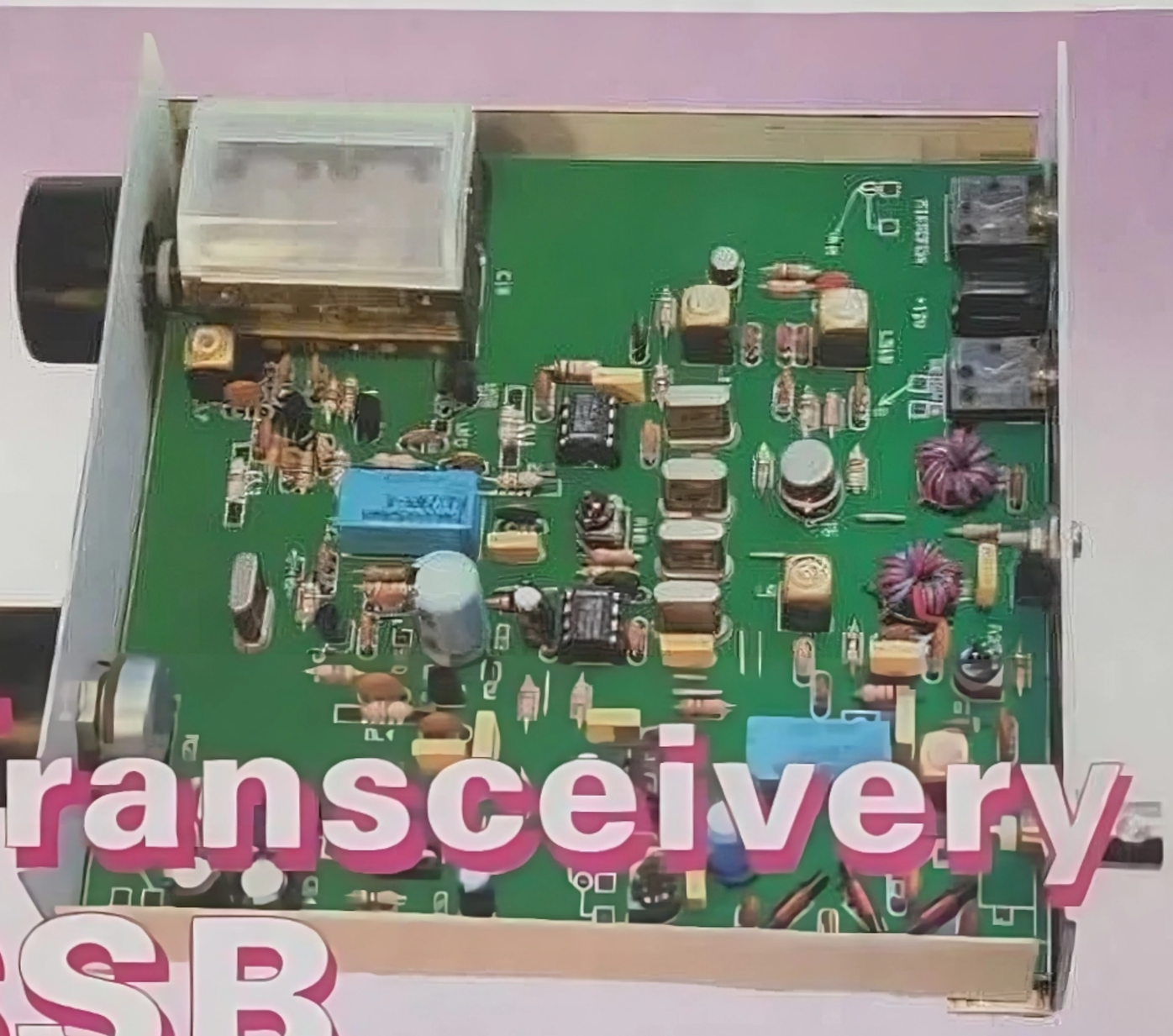
▲ Przełącznik sensorowy

▶ ANALOG DEVICES

KONKURS

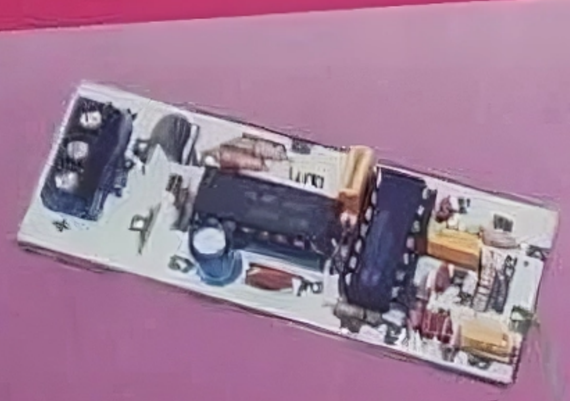
▲ Idealny wzmacniacz

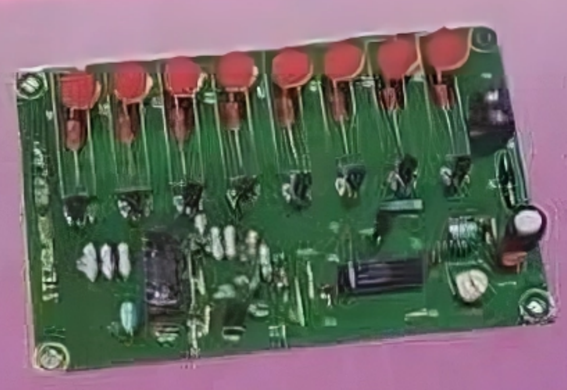
INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

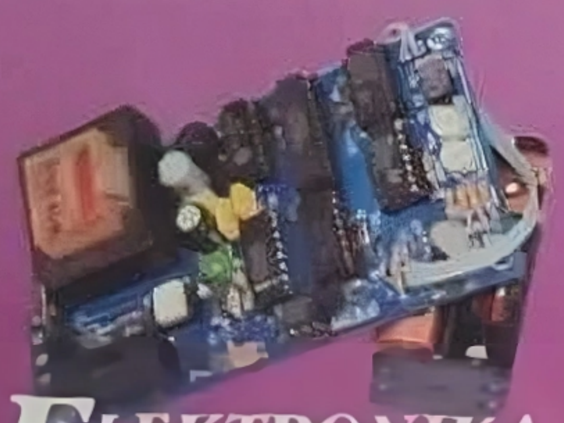


Transceivery SSB

Katalog najpopularniejszych tranzystorów bipolarnych







- Termostat programowany
- Przełącznik dotykowy
- Nietypowe zastosowanie serwomechanizmów
- UPS do systemów cyfrowych
- Sterownik reklamy świetlnej

ELEKTRONIKA 2000

9 771425 169986 09>

Ucz się chłopcze ucz ...

**Ucz się chłopcze ucz,
bo nauka to do wiedzy klucz.
Gdy się będziesz dużo uczył,
to zdobędziesz wiele kluczy
i wtedy zostaniesz... dozorcą.**

Powyższe przewrotne motto na pewno nie dotyczy nauki języka angielskiego.

W przypadku praktykujących elektroników znajomość angielskiego otwiera okno na współczesny świat. Bez przesady można stwierdzić, że nie można dziś być prawdziwym elektronikiem bez (przynajmniej powierzchownej) znajomości języka angielskiego.

W naszym kraju mamy już przedstawicieli handlowych praktycznie wszystkich liczących się producentów elektroniki, w tym różnorodnych układów scalonych, tak ukochanych przez Czytelników EdW. Obecnie możliwe jest zamówienie niemal dowolnego układu scalonego z pomocą jednej z dobrych firm handlowych. Oczywiście w przypadku ściągania zza oceanu na zamówienie jednej sztuki jakiegoś egzotycznego układu scalonego, cena może być wysoka, ale to już zupełnie inna kwestia. Jak by nie było, mamy dostęp do nowoczesnych podzespołów. Ale to dopiero połowa sukcesu. Żeby zastosować jakiś ciekawy układ scalony, najpierw trzeba się o nim dowiedzieć i trochę go poznać. Brak takich informacji wręcz uniemożliwia dostęp do nowości – zanim najciekawsze informacje zostaną przetłumaczone i opublikowane w lokalnym (czytaj – polskim) języku, upływa sporo czasu. Tymczasem ogromna ilość wartościowych informacji nigdy nie zostaje przetłumaczona...

Nie trzeba chyba nikogo przekonywać, jak bardzo ogranicza możliwości elektronika brak dostępu do katalogów i innych bieżących publikacji technicznych. Z drugiej strony wszystkie najnowsze materiały informacyjne i dane katalogowe są dziś w zasięgu ręki. Katalogi drukowane i na CD-ROMach można zdobyć bez większych problemów, a wszystkie materiały firmowe, łącznie z najnowszymi można w ciągu kilku czy kilkunastu minut ściągnąć przez Internet i w razie potrzeby wydrukować na swej drukarce.

Podobnie jest z innymi informacjami z dziedziny szerzej pojętej elektroniki, całej techniki czy jeszcze innych dziedzin. Na pewno dostępne są w języku angielskim. I wszystko jest świetnie, jeśli elektronik potrafi skorzystać z dostępnego bogactwa wiadomości. Tymczasem liczne kontakty Redakcji z naszymi Czytelnikami udowadniają, że w naszym kraju znajomość angielskiego wciąż jest niewystarczająca.

Każdy student (nie tylko elektroniki) musi się nauczyć angielskiego w stopniu umożliwiającym skorzystanie z informacji technicznych. Ale prawdziwa nauka angielskiego nie może zaczynać się dopiero na studiach. Powinna, a właściwie musi rozpoczynać się zdecydowanie wcześniej.

Wiadomo, że dużą przeszkodą jest stan rodzimej oświaty, która, bądźmy szczerzy, nie jest w stanie zapewnić odpowiedniego poziomu nauczania dla wszystkich chętnych. Pozostaje nauka bądź douczanie się angielskiego we własnym zakresie. I tutaj elektronik powinien dokonać świadomego wyboru. Ma do wyboru przynajmniej dwie drogi. Jedną jest poznanie jedynie podstawowych słów i konstrukcji gramatycznych, które są używane w literaturze elektronicznej (technicznej). Drugą jest uczenie się angielskiego od podstaw i w pewnym momencie uzupełnienie ogólnego słownictwa o terminy techniczne.

Kulawy angielski

Spora część rodzimych elektroników, zwłaszcza starszego pokolenia, skorzystała z pierwszej drogi i opanowała jedynie ograniczony zasób słów i pojęć używanych w dostępnej im literaturze: katalogach i notach aplikacyjnych. Określenie „kulawy angielski" bardzo łagodnie określa poziom opanowania języka przez takie osoby. „Znajomość języka" oznacza tu umiejętność przeczytania i zrozumienia z grubsza treści katalogu czy jakiegoś artykułu technicznego. Ale wcale nie oznacza umiejętności poprawnego przeczytania na głos angielskiego tekstu. Nader często „wymowa odpowiada temu, co się widzi", co w praktyce znaczy, że ani odrobinę nie przypomina mowy Szekspira. Osoba, która przyswoiła sobie taki „kulawy angielski" nie jest w stanie porozumieć się z żadnym Anglikiem, chyba że ten przypadkiem umie mówić po polsku.

Czy jednak ktoś o takich umiejętnościach powinien być podmiotem kpin i żartów?

Wcale nie!

Ten, którego umiejętności językowe nie wykraczają poza taki „kulawy angielski" może być świetnym elektronikiem, potrafiącym doskonale korzystać z literatury technicznej. Jeśli nie ma żadnych kontaktów z mówionym językiem angielskim, nieznajomość właściwej wymowy wcale mu (ani nikomu innemu) nie przeszkadza. W sumie w jego konkretnych warunkach takie umiejętności znakomicie się sprawdzają. A przecież właśnie o to chodzi!

Kiedyś Zygmunt Broniarek napisał książkę, zatytułowaną, o ile dobrze pamiętam „Jak zostać poliglotą". W książce tej między innymi rozwiał pewne mity i pozwolił Czytelnikowi spojrzeć na naukę języków obcych z interesującego punktu widzenia. Cóż to bowiem znaczy, że ktoś zna obcy język?

Czy może potrafi wypowiadać się w tym języku, ale duże trudności sprawia mu zrozumienie czyichś wypowiedzi? A może właśnie rozumie, gdy ktoś mówi, ale sam nie potrafi płynnie się wypowiedzieć? A może tylko rozumie tekst pisany, a zarówno rozumienie żywej mowy, jak i własne wypowiedzi sprawiają mu ogromne trudności?

I właśnie tu leży klucz pozwalający pozbyć się niepotrzebnego lęku i obaw: na początek należy określić swój cel. Warto zadać sobie pytanie: co tak naprawdę chciałbym osiągnąć? Czy będę miał kontakt z żywym językiem i muszę opanować prawidłową wymowę i trenować zdolność rozumienia mowy, czy jedynie zależy mi na opanowaniu angielskiego w stopniu, pozwalają-

cym skorzystać z literatury technicznej? I co?

Jeśli ktoś świadomie zdecyduje się na taki „kulawy angielski", może być dobrej myśli. Po miesiącu niewielkiego wysiłku i zainwestowaniu kilkudziesięciu złotych w „pomoce naukowe" będzie w stanie w pełni skorzystać z oryginalnego katalogu. A po dwóch... trzech miesiącach przeczyta i zrozumie typowe artykuły z prasy technicznej (no, może z wyjątkiem felietonów i dowcipów).

Czy to możliwe? Oczywiście! Podstawową barierą jest bowiem nie stopień trudności zadania, ale wewnętrzne, zupełnie niepotrzebne obawy. Ogromna większość tych, którzy nie znają żadnego obcego języka uważa, że opanowanie angielskiego jest ogromnie trudnym i czasochłonnym zadaniem. W rzeczy samej, jeśli ktoś chce zostać tłumaczem z państwowymi uprawnieniami, niewątpliwie czeka go sporo wysiłku. Ale jeśli świadomie ograniczy się do „kulawego angielskiego", satysfakcjonujące wyniki uzyska już po miesiącu, może nawet wcześniej.

Najważniejsze, to nie bać się nieznanego! Angielski wcale nie jest trudny!

A przerażająca gramatyka z siedemnastoma czasami?

A po co te 17 czasów? W literaturze technicznej po prostu się ich nie używa i nie trzeba się wcale tego bać!

Żeby chwycić byka za rogi, trzeba się oczywiście trochę przygotować i trochę nauczyć. Co będzie potrzebne?

Na pewno gruby zeszyt w kratkę do zapisywania podstawowych słówek – zapisanie ich własnoręcznie na kartce pozwoli znacznie szybciej i łatwiej utrwalić je w pamięci. Oprócz zeszytu potrzebny będzie słownik. I tu niespodzianka!

Wcale nie musi to być słownik techniczny o profilu elektronicznym. Szczerze mówiąc, taki słownik naprawdę nie jest konieczny. Owszem, może się czasem (tak, tylko czasem) przydać, ale głównie potrzebny jest najzwyklejszy klasyczny słownik i to tylko „w jedną stronę", mianowicie angielsko-polski.

Do tego potrzebny będzie jeszcze jakiś katalog interesujących układów scalonych, ewentualnie jakieś egzemplarze ciekawych elektronicznych czasopism anglojęzycznych (np. kserokopie oryginalnych artykułów dostępne choćby w AVT – siostrzana Elektronika Praktyczna w każdym numerze prezentuje kilka takich artykułów w rubryce Świat Hobby).

Ważne jest, by swą przygodę z językiem angielskim zacząć od czegoś naprawdę interesującego i potrzebnego w praktyce. Uczniowie poświadczą, jak bardzo może zniechęcić do nauki tłumaczenie nudnego tekstu dotyczącego na przykład gospodarstwa rolnego, krów, owiec, siana, młocarni, itd. Żeby się nie zniechęcić, należy zaczynać od tematów i materiałów jak najciekawszych i niezbyt trudnych. Dla praktykujących elektroników świetnym materiałem na początek będzie właśnie katalog układów scalonych. Nie ma tu zaawansowanej gramatyki. Informacje są podane zwięzłym językiem technicznym, bez żadnych dodatków, ozdobników i, co najważniejsze, gramatyka, jeśli w ogóle można mówić o gramatyce, naprawdę nie sprawia żadnych trudności. Trzeba się tylko przyzwyczaić do trochę dziwnego dla początkujących szyku zdań i do powszechnie używanych skrótów.

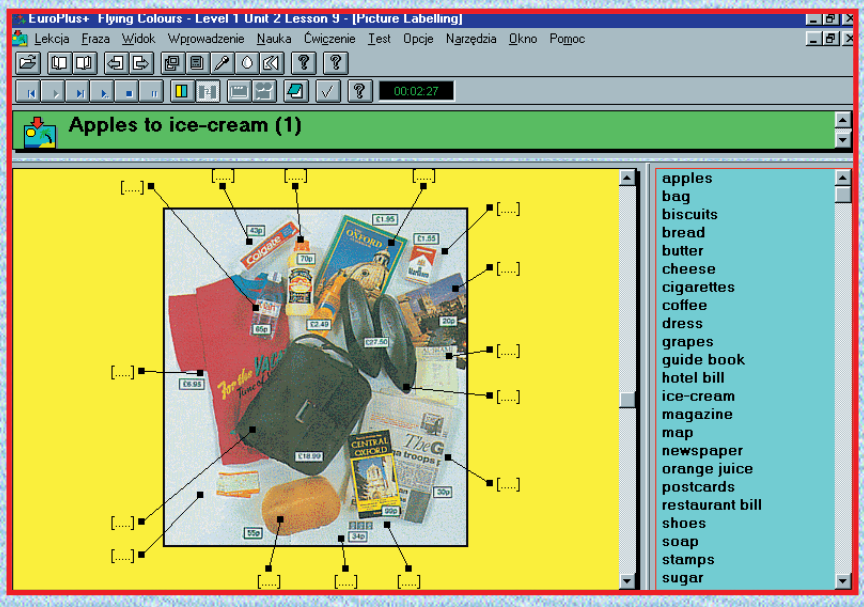
A co wtedy, gdy w „normalnym" słowniku nie będzie jakiegoś słowa lub polskie tłumaczenie zupełnie nie będzie wiązać się z elektroniką?

Spokojnie!

Coś takiego będzie się zdarzać, i to często, zwłaszcza na początku. I właśnie tu jest pole do popisu dla inteligencji uczącego się. Niech spróbuje z „nieelektronicznego" znaczenia danego wyrazu domyślić się jego „elektronicznego" odpowiednika. „Elektronicznego" znaczenia niektórych haseł nie znajdzie się nie tylko w dużych ogólnych słownikach, ale także w słownikach technicznych. Zamiast wkuwać znaczenie poszczególnych słów, należy raczej zastosować zupełnie inne podejście. Nie warto zatrzymywać się za długo na takim trudnym wyrazie, którego znaczenia nie można dojść ze słownika, tylko trzeba przeanalizować dalszą część tekstu i po prostu na podstawie kontekstu wyłuskać sens. Nawet gdy kilka zdań okaże się zbyt trudnych, nie oznacza to porażki. Wprost przeciwnie – zrozumienie ponad 90% treści to przecież sukces. A na te trudne fragmenty przyjdzie jeszcze czas.

Najważniejsze jest, by się nie zniechęcić. Dlatego należy wyrobić sobie właściwy pogląd na swoje sukcesy i porażki. Trzeba się cieszyć z sukcesów, a wtedy nie zniknie chęć do rozgryzania trudniejszych fragmentów. Można się przecież kogoś zapytać, można dodatkowo kupić sobie jakiś podręcznik do angielskiego, można wreszcie porównać angielski oryginał z polskim tłumaczeniem (taką okazję stwarzają archiwalne numery magazynu USKA, wydawanego do niedawna przez AVT, zawierające nic innego jak polskie tłumaczenia materiałów z katalogów).

W sumie problemem może się tu okazać i zapewne się okaże nie tyle obcy język, ale obce pojęcia elektroniczne, dla których trudno znaleźć sens i nazwy w języku polskim. Inaczej mówiąc, barierą będzie brak dogłębnej znajomości... elektroniki, a nie angielskiego. To jest trochę szokujące stwierdzenie, ale łatwo się przekonać, że tak jest w istocie. Żeby się przekonać, a przy okazji poprawić sobie samopoczucie, warto przeprowadzić próbę, dając tekst techniczny do tłumaczenia osobie, która nie jest elektronikiem, a zna „ogólny" język angielski. Na pewno będzie miała ogromne trudności z tłumaczeniem, i najprawdopodobniej zupełnie nie poradzi sobie z zadaniem. Natomiast elek-



tronik, orientujący się w sprawach technicznych, przy naprawdę niewielkiej znajomości angielskiego bardzo szybko uchwyci sens.

Tu naprawdę większą rolę odegra znajomość elektroniki, niż znajomość angielskich słówek. Jest więcej niż pewne, że po miesiącu takich wcale nie nużących, a raczej fascynujących prób samodzielnego tłumaczenia, treść katalogu nie będzie żadną tajemnicą. Nie wolno tylko zniechęcić się początkowymi trudnościami, trzeba też stale zdobywać wiedzę elektroniczną z polskojęzycznych źródeł.

Odrobinę trudniej pójdzie z artykułami w czasopismach. Tutaj gramatyka troszkę bardziej da o sobie znać, ale i tak potrzebne będą tylko bardzo proste, elementarne zasady. Trzeba będzie trochę wzbogacić zasób słów. Dlatego na prawdziwe sukcesy w czytaniu artykułów w czasopismach trzeba będzie poczekać troszkę dłużej: dwa lub trzy miesiące. Po takim czasie może nie tyle intensywnej nauki, co raczej oswajania się z językiem, także treść artykułów i not aplikacyjnych przestanie być tajemnicą. Zrozumienie 80...95% słów i wyłowienie z tego 100% treści to sukces, na który wcale nie trzeba długo czekać. Przecież postawionym celem nie jest perfekcyjne opanowanie języka, tylko zrozumienie sensu.

Oczywiście nie obejdzie się bez „wpadek" i „haków". Nie warto się tym załamywać. Polskojęzyczne tłumaczenia tekstów „elektronicznych" w czasopismach i książkach udowadniają, że nawet zawodowi tłumacze miewają poważne trudności z dokładnym tłumaczeniem i często zdarzają się im poważne wpadki. Ci, którzy tłumaczą teksty techniczne powinni się dobrze znać na danej dziedzinie, i wtedy tłumaczenie nie będzie wywoływać u Czytelników uśmiechu politowania. Ważniejsza od znajomości języka obcego okazuje się znajomość danej dziedziny i używanych tam polskich terminów. Po prostu trzeba być elektronikiem.

Czyżby na koniec okazało się, że znajomość angielskiego ma drugorzędne znaczenie? Czyżby „kulawy angielski" okazał się w praktyce zupełnie wystarczający? Coś w tym jest...

Powyższe wskazówki nie oznaczają wcale, że Redakcja EdW zachęca wszystkich swych Czytelników do przedstawionego sposobu nauki. Sposób z „kulawym angielskim" okaże się znakomity dla osób, którym sytuacja życiowa (wiek, obowiązki rodzinne, wrodzone lub nabyte ponadprzeciętne lenistwo) nie pozwolą na systematyczną naukę. Ale nie znaczy to, że należy iść po linii najmniejszego oporu. Zapoznanie się, czy raczej oswojenie z angielskim pokaże, że wbrew pozorom nie jest to język trudny i zachęci do systematycznej jego nauki. Warto wziąć pod uwagę taką ewentualność i już od samego początku jakichkolwiek kontaktów z angielskim starać się poznać właściwą wymowę słów. Większość drukowanych słowników zawiera fonetyczną transkrypcję danego słowa angielskiego. Pozwala to z grubsza zapoznać się z wymową. Jednak taka transkrypcja to tylko półśrodek, nie gwarantujący poznania właściwej wymowy – zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest nabycie komputerowego słownika języka angielskiego, który zawiera także zapis dźwiękowy.

Takim słownikiem jest obszerny „Multimedialny słownik polsko – angielski i angielsko – polski" Collinsa pochodzący z firmy Young Digital Poland, a zawarty na płycie CD-ROM. Zawiera 80000 haseł i ponad 120000 znaczeń. Według pewnej recenzji słownik „uwzględnia obecny stan języka mówionego i pisanego prezentując tysiące idiomów, utartych fraz i zwrotów oraz zdań ilustrujących sposób ich użycia. Obszerne słownictwo pomaga użytkownikowi zrozumieć język gazet, czasopism i współczesnej literatury angielskiej. Uwzględnia w szerokim zakresie współczesne słownictwo biznesu i elektroniki biurowej. Zawiera setki powszechnie stosowanych skrótów i akronimów. Określa wartości stylistyczne i poziomy użycia prezentowanych haseł." Jedną z najważniejszych zalet, oprócz ogromnego bogactwa haseł, jest możliwość odtwarzania wymowy poszczególnych słów. Na płycie zapisano głos angielskich lektorów i można go wielokrotnie odtwarzać, utrwalając od razu nie tylko znaczenie, ale także brzmienie danego wyrazu. Aplikacja słownika została przygotowana tak, aby była łatwa w obsłudze, a jednocześnie w pełni funkcjonalna. Zapewnia nie tylko mechanizmy do szybkiego wyszukiwania haseł, ale ma także szereg innych zalet. Jedną z nich jest moduł testera, który pozwala na sprawdzanie znajomości haseł, które były uprzednio wyszukiwane przez użytkownika.

Użycie takiego słownika niewątpliwie sprawi, że przyswajany angielski wcale nie będzie „kulawy" i otworzy drogę do systematycznej nauki w przyszłości.

Systematyczna nauka

Zdecydowana większość Czytelników EdW powinna rozważyć, czy nie lepiej od razu podjąć trud systematycznej nauki angielskiego, a ogólne umiejętności wzbogacić potem o znajomość terminów typowo „elektronicznych".

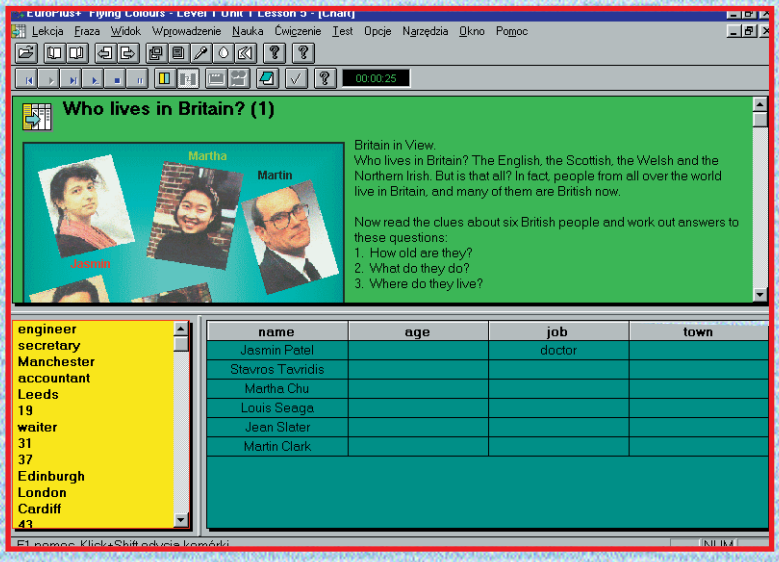
W takim wypadku w grę wchodzi albo przyłożenie się do nauki w szkole, albo rozejrzenie się za jakimś sensownym kursem, albo wreszcie podjęcie nauki we własnym zakresie. Dawniej ta trzecia możliwość dawała marne widoki, ponieważ samodzielna nauka z książek, bez lektora i konwersacji nie rokowała większych szans powodzenia.

Dziś sytuacja radykalnie się zmieniła dzięki komputerom. Multimedialne kursy języków obcych pozwalają nie tylko uczyć się tekstu pisanego. Dają możliwość kontaktu z ży-

wym językiem, zawierają bowiem sekwencje wideo, dialogi, wypowiedzi lektorów. Oferują też szereg innych narzędzi znakomicie wspomagających proces uczenia. Dzięki atrakcyjnej formie, przemyślanej treści i dobranym metodom proces nauki nie jest męczący. Co prawda wymaga systematyczności, ale tak przygotowany materiał niejako sam wchodzi do głowy.

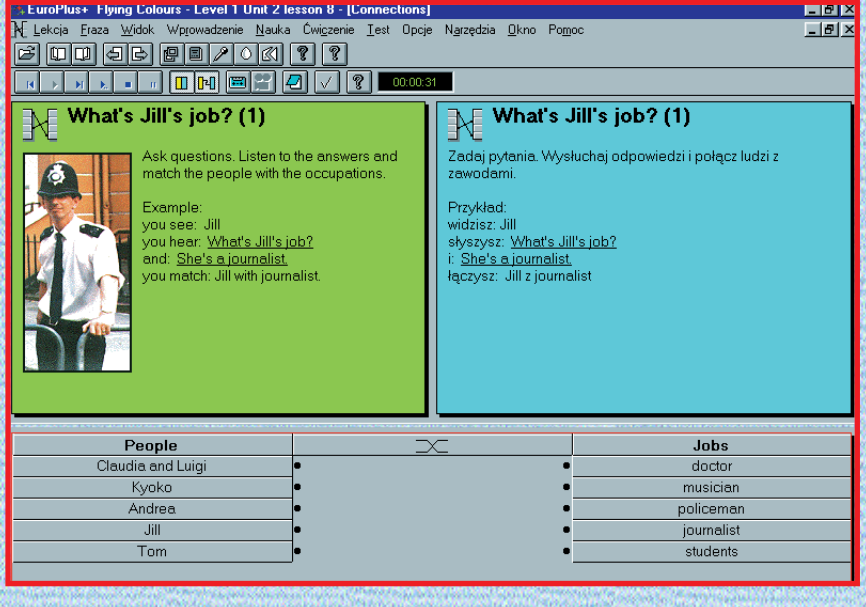
Jednym z najlepszych programów tego typu jest **Interaktywny Kurs Języka Angielskiego EuroPlus+**, wydany w Polsce również przez firmę Young Digital Poland. Cały kurs składa się z trzech części odpowiadających poziomowi nauki dla początkujących, średnio zaawansowanych i zaawansowanych. Każda część kursu znajduje się na oddzielnej płycie CD-ROM. Trzy płyty razem znajdują się w wersji programu tzw. Professional Pack (cena takiego zestawu jest mniejsza niż trzech oddzielnych płyt). Każda część składa się z sześciu rozdziałów, z których każdy zawiera pięć lekcji plus jedną lekcję powtórkową. Każda lekcja kursu składa się z wielu różnorodnych ćwiczeń (zwykle pomiędzy 20 a 30). Materiału jest w sumie bardzo dużo. Każde ćwiczenie pokazuje się na ekranie w oddzielnym oknie umożliwiając naukę i sprawdzanie nabytych umiejętności. Po załadowaniu lekcji tytuły ćwiczeń należących do tej lekcji pojawiają się jako polecenia w menu. Czas jaki poświęcić należy pracy z jedną lekcją silnie zależy od organizacji pracy oraz indywidualnych predyspozycji. Zwykle na jedną lekcję kursu Flying Colours poświęca się do 4 godzin pracy. Podczas pracy z lekcją program sprawdza stopień przyswojenia materiału przy pomocy ćwiczeń testowych. Nie powinno się przechodzić do nowej lekcji jeśli wyniki testów nie są zadowalające.

Pakiet zawiera kilka dodatkowych programów niezależnych od głównego kursu. Pomimo że cześć z nich zawiera materiał z kursu (np. Audio Dictionary) programy te nie wiążą się bezpośrednio z żadną lekcją czy rozdziałem kursu. Użytkownik może skorzystać z tych programów niezależnie, w każdym momencie pracy z programem i na każdym etapie nauki. Są to: Browser, Audio Dictionary (zestawienie słownictwa z całego kursu wraz z nagraniami dźwiękowymi słów), Tape Recorder (bardzo cenny – umożliwia nagrywanie własnych wypowiedzi i porównywania nagrań z wzorcami), Spelling Teacher (uczy umiejętności literowania), Irregular Forms (zawiera udźwiękowione formy nieregularne czasowników, rzeczowników i przymiotników).



Jeśli chodzi o sam program, to instalacja nie przysparza trudności. Ale uwaga! Najpierw trzeba przeczytać dołączoną instrukcję obsługi. Jest to konieczne. Po co bowiem narażać się na to, że *Help*, czyli pliki pomocy zostaną zainstalowane w języku angielskim, a nie polskim? Także po zainstalowaniu warto poświęcić odpowiednią ilość czasu, żeby zapoznać się z dołączonymi plikami pomocy. Bez tego użytkownik może mieć trudności ze zrozumieniem, o co chodzi w danych ćwiczeniach. Pierwsze ćwiczenia i pierwszy kontakt z lekcją mogą wydać się trochę dziwne i nienaturalne. Jednak po gruntownym przerobieniu ćwiczeń z pierwszej lekcji wszystko stanie się jasne i oczywiste.

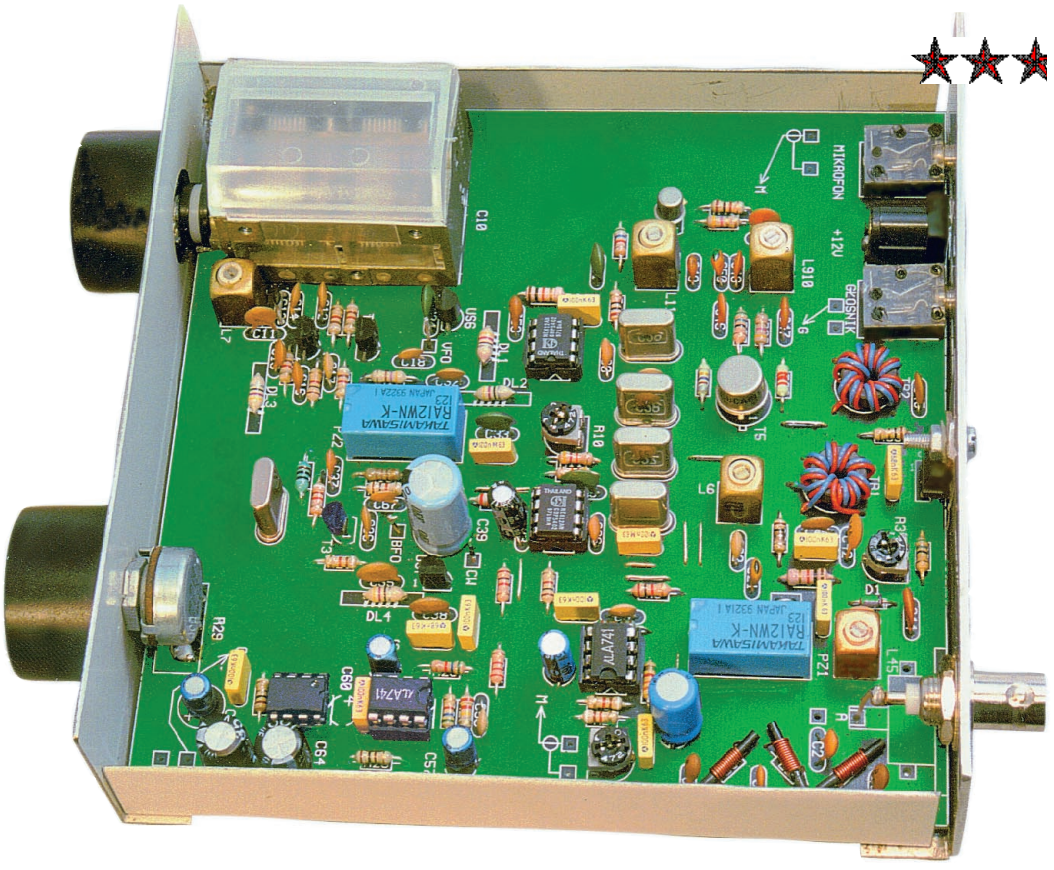
Pakiet EuroPlus+ jest znany i ceniony – wielokrotnie potwierdził swoją wartość. Choć sam wygląd ekranu podczas ćwiczeń niewątpliwie wygląda archaicznie w porównaniu ze współczesnymi programami dedykowanymi dla Windows 95, jednak wartość merytoryczna kursu jest ogromna. Dzięki scenkom wideo, nagranym dialogom, interesującej formie ćwiczeń materiał naprawdę sam wchodzi do głowy, co piszący te słowa naocznie



sprawdził na przykładzie swego 11-letniego syna.

Oczywiście nie wystarczy włożyć CD-ROM z kursem pod poduszkę. O sukcesie zadecyduje systematyczność. I to jest oczywiście największy problem. Każdy nauczyciel angielskiego potwierdzi, że wiele osób zaczyna z zapałem, ale szybko rezygnuje. I to wcale nie z braku postępu. Raczej z braku systematyczności i niedostatecznie silnej motywacji. W przypadku Czytelników naszego pisma motywacja jest silniejsza niż u innych osób, dlatego kurs ten można z całą odpowiedzialnością polecić nie tylko tym, którzy chcą zaczynać naukę od zera o własnych siłach, ale także wszystkim tym, którzy już uczą się angielskiego w szkole lub na studiach, a chcieliby robić szybsze postępy.

Piotr Górecki



Transceivery SSB

część 1

Większość Czytelników EdW wie, że transceivery to podstawowe urządzenia nadawczo-odbiorcze. Są wykorzystywane zarówno przez profesjonalistów jak i amatorów – krótkofalowców. Choć cieszą się od lat rosnącym zainteresowaniem i wprawdzie w kraju nie są produkowane to na rynku obserwujemy stale rosnący asortyment importowanych transceiverów zarówno KF jak i UKF wielu firm takich jak Kenwood, Yaesu, Icom, Alinco... Urządzenia takie z roku na rok są coraz doskonalsze, ale zarazem bardziej złożone i wyposażone w najnowocześniejsze półprzewodniki, w tym mikroprocesory i wyświetlacze. Niestety ceny takich wielopasmowych transceiverów przekraczają często 1000 USD. Nadal obserwuje się brak tanich urządzeń jednopasmowych mogących być wykorzystanych zarówno dla stawiających pierwsze kroki na pasmie czy dla tych o mniej zamożnej kieszeni. Nie bez znaczenia są również różne wyjazdy wakacyjne, gdzie proste urządzenia tak zwane QRP o niewielkich wymiarach i ekonomicznym zasilaniu mogą być bardzo atrakcyjne.

Niestety amatorskie konstruowanie transceiverów, które dorównywałyby parametrom renomowanych firm zatrudniających wielu doświadczonych specjalistów elektroników, mechaników czy informatyków wyposażonych w specjalistyczną aparaturę kontrolno-pomiarową jest coraz bardziej nierealne. Wielu krótkofalowców to zrozumiało i choć nawet byliby zdolni wykonać sami urządzenie to także ze względów czasowych poszukują tańszych urządzeń fabrycznych, często używanych. Nic więc dziwnego, że również w specjalistycznej zagranicznej prasie jest coraz mniej opisów budowy takich urządzeń.

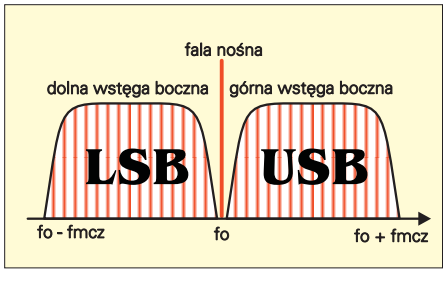
Z rozmów prowadzonych w polskim środowisku krótkofalarskim oraz z ankiet ogłaszanych w miesięczniku Świat Radio wiadomo, że są Czytelnicy, którzy nie tylko ze względów finansowych ale i w dużym stopniu z zamiłowania do elektroniki i satysfakcji łączności na własnoręcznych konstrukcjach krótkofalarskich od lat czekają na opis prostego układowo i dobrego transceivera KF. Jednak prostota układowa przeważnie jest kompromisem pomiędzy ilością zastosowanych podzespołów w tym powszechnie nielubianych cewek a osiąganymi parametrami. Przedstawiony w drugiej części artykułu opis wykonania prostego urządzenia nadawczo-odbiorczego jest kontynuacją wersji minitransceivera Bartek zaprojektowanego i wykonanego po raz pierwszy przez autora około 20 lat temu.

Zanim jednak przejdziemy do praktycznych układów musimy przedstawić podstawowe wiadomości o technice jednowstęgowej SSB, chociażby z tego względu, że temat ten nie był jeszcze poruszany na łamach EdW, a w chwili obecnej tradycyjna modulacja amplitudy, którą posługują się rozgłośnie radiowe na falach długich, średnich oraz krótkich jest jeszcze wykorzystywana w zasadzie tylko w lotnictwie. SSB jest od lat już standardem w radiokomunikacji profesjonalnej (m.in. w wojsku oraz na morzu) a także w radiokomunikacji amatorskiej.

Jak wiadomo w emisji AM wyróżnia się falę nośną oraz dwie wstęgi boczne ulokowane po obydwu stronach nośnej (rysunek 1).

Przy założeniu że mamy 100% głębokość modulacji, to zawsze połowa mocy

Rys. 1.



emitowanej przez nadajnik przypadnie na falę nośną, a następnie druga połowa rozłoży się na wstęgi (25% na jedną wstęgę). Łatwo zauważyć, że fala nośna jest zbyteczna ponieważ nie przenosi informacji jako takiej. O wiele korzystniejsza z takiego ekonomicznego punktu widzenia jest modulacja DSB, która polega na wycięciu lub zredukowaniu fali nośnej. Minitransceiver DSB był już przedstawiony na łamach EdW jako kit AVT.

Trzeba pamiętać, że emisja DSB choć korzystniejsza od AM, nie może być prawidłowo odbierana bez zniekształceń na zwykłym odbiorniku radiofonicznym. Jak łatwo zauważyć do przeniesienia informacji wystarczy tylko jedna ze wstęg bocznych, celowo więc skonstruowano układy na pozbycie się jeszcze jednej ze wstęg bocznych. W ten sposób powstała emisja SSB która zawiera tylko wstęgę boczną dolną – LSB, lub górną – USB. Ponadto wykazano, że poprzez ograniczenie jednej ze wstęg bocznych o około 30...50dB uzyskuje się następujące korzyści w stosunku do emisji AM:

– cała moc nadajnika zostaje zużyta na wypromieniowanie jednej wstęgi bocznej
– moc wypromieniowana przez nadajnik (pobierana przez zasilacz) odbywa się tylko w chwili modulacji, a więc mniejszy, lżejszy zasilacz i sam nadajnik
– mniejsza szerokość pasma zajmowana przez sygnał SSB, co umożliwia pracę większej ilości stacji w danym wycinku pasma
– mniejsza moc sygnałów harmonicznych i niepożądanych wysyłanych przez nadajnik (wynika to z istoty uzyskiwania sygnału SSB)
– mniejsze szumy własne odbiornika wynikające z faktu dwukrotnego zawężenia pasma odbieranego (im węższe pasmo, tym mniejsze szumy)
– brak interferencji pomiędzy sygnałami (brak fali nośnej), co umożliwia na ustawienie sygnałów SSB w bliskim sąsiedztwie.

Niestety zalety emisji SSB okupione są większą komplikacją urządzeń tak nadawczych jak i odbiorczych.

W nadajniku układ formowania sygnału SSB musi odpowiadać następującym kryteriom:

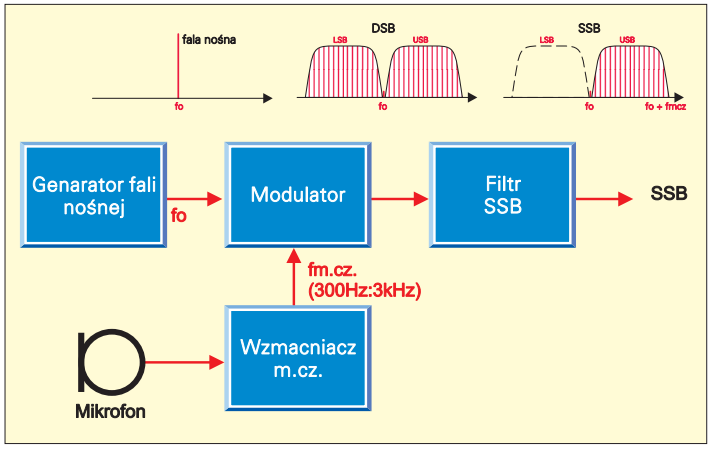
– sygnał wyjściowy musi mieć wytłumioną falę nośną oraz jedną wstęgę boczną (LSB lub USB)
– wymagana jest bardzo dobra stabilność częstotliwości sygnału wyjściowego, która jest warunkiem poprawnego odbioru SSB (przy niezgodności częstotliwości nadawania i odbioru występują znaczne zniekształcenia pogarszające zrozumiałość)
– zawężenie pasma akustycznego do przedziału 300...3000Hz
– liniowa praca wzmacniacza SSB (już raz uformowany sygnał SSB jedynie można mieszać w celu uzyskania potrzebnej częstotliwości wyjściowej a następnie wzmacniać w układach liniowych (klasa A lub AB), czyli takich, gdzie zmiana amplitudy sygnału wyjściowego jest proporcjonalna do zmiany amplitudy sygnału wejściowego. Nie można stosować powielaczy częstotliwości i wzmacniaczy klasy C.

W początkowym okresie rozwoju SSB wykorzystywano metodę fazową uzyskiwania sygnału jednowstęgowego. Polegała ona na tym, że stosowano dwa modulatory do których doprowadzano przesunięte w fazie sygnały z generatora w.cz. oraz ze wzmacniacza mikrofonowego. Po zmieszaniu w mieszaczu iloczynowym odpowiednio przygotowanych sygnałów uzyskiwało się dodawanie składowych pożądanej wstęgi bocznej przy równoczesnym zniesieniu niepożądanej wstęgi bocznej. Metoda ta choć stosowana jeszcze dzisiaj okazała się dosyć trudna w praktyce, ponieważ wymaga stosowanie szerokopasmowych przesuwników fazowych.

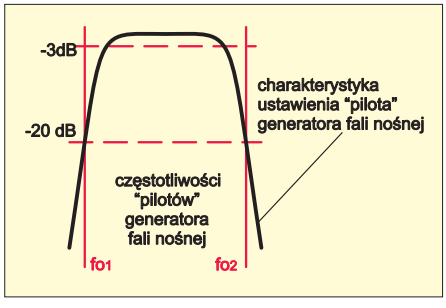
Nie bez powodu obecnie w sprzęcie profesjonalnym, a także amatorskim, stosuje się przeważnie filtrową metodę uzyskiwania sygnału SSB.

Uproszczony schemat blokowy filtrowej wzbudnicy SSB przedstawiono na rysunku 2. Do modulatora iloczynowego doprowadza się sygnał fali nośnej (częstotliwość kilka MHz) oraz sygnał m.cz. ze wzmacniacza mikrofonowego 300...3000Hz. W modulatorze następuje modulacja amplitudy oraz stłumienie fali nośnej ponad 40dB (100 razy). Na wyjściu modulatora uzyskuje się sygnał z dwiema wstęgami bocznymi oraz z wytłumioną nośną (DSB). Podanie takiego sygnału na specjalny filtr o szerokości pasma przenoszenia około 2,5kHz i ostrych zboczach pozwala na wycięcie niepożądanej wstęgi bocznej. Wybór pozostawionej wstęgi bocznej zależy od

Rys. 2.



Rys. 3.



ustawienia charakterystyki filtru w stosunku do częstotliwości fali nośnej. Łatwo zauważyć, że identyczny efekt uzyska się zarówno z jednym filtrem o symetrycznych zboczach przy zmianie częstotliwości generatora fali nośnej, jak i z jedną częstotliwością nośną i dwoma przełączanymi filtrami (jeden na górną, a drugi na dolną wstęgę boczną). Najczęściej stosowany jest pierwszy sposób (bardziej ekonomiczny), drugi zaś, droższy, stosowany m.in. w sprzęcie wojskowym, ma tę zaletę, że jedna częstotliwość nośna (np. 500kHz) może pochodzić z generatora wzorcowego wykorzystywanego w układzie syntezy częstotliwości PLL. W pierwszym przypadku stosowane są z reguły filtry kwarcowe, np. 9MHz, a w drugim elektromechaniczne o częstotliwości 200 czy 500kHz. Ich szerokość pasma przenoszenia wynosi zwykle 2,2kHz (na poziomie -3dB) a tłumienie pozapasmowe przekracza 50dB. Miejsce ustawienia pilota na chrakterystyce zastosowanego filtru SSB pokazano na rysunku 3.

Właściwą częstotliwość wyjściową uzyskuje się poprzez zmieszanie uformowanego sygnału SSB na wyjściu mieszacza. O tym, czy będzie to częstotliwość sumacyjna czy różnicowa, decydują wyjściowe obwody rezonansowe. Warto zwrócić uwagę, że tylko przy mieszaniu sumacjnym zostaje zachowana wstęga sygnału wejściowego SSB. Przy mieszaniu różnicowym, kiedy od częstotliwości generatora odejmuje się częstotliwość SSB, wstęga ulega odwróceniu (z dolnej na górną i odwrotnie). Jest to ważne, ponieważ w radiokomunikacji przyjęto, że do 10MHz stosuje się dolną wstęgę boczną, zaś powyżej 10MHz – górną.

W odbiorniku SSB zachodzą odwrotne procesy niż w nadajniku. Główną różnicą w stosunku do tradycyjnego odbiornika AM w odbiorniku SSB (jak i DSB) jest detektor iloczynowy z dodatkowym generatorem, tak zwanym BFO. Częstotliwość tego pomocniczego generatora musi być ustawiona na zboczu charakterystyki pasma pośredniej częstotliwości. Chodzi tutaj o odtworzenie drugiej, brakującej wstęgi bocznej i dopiero potem poddaniu sygnału demodulacji amplitudy. Wyjściowy sygnał małej częstotliwości, jako różnica częstotliwości pośredniej i częstotliwości BFO lub odwrotnie, jest już normalnym czytelnym sygnałem, takim, jaki został doprowadzony do wzmacniacza mikrofonowego nadajnika SSB.

Niektóre bloki podczas pracy emisją SSB mogą być wykorzystywane dwukrotnie (zarówno podczas nadawania jak i odbioru mogą pracować te same bloki). W takim zestawie nadawczo-odbiorczym zwanym transceiverem, wykorzystuje się z reguły dwukrotnie następujące układy:

– filtr kwarcowy (przy nadawaniu do wycinania zbędnej wstęgi bocznej a przy odbiorze do zapewnienia odpowiedniej selektywności odbiornika)
– generator fali nośnej (przy nadawaniu do formowania sygnału DSB, zaś przy odbiorze jako dodatkowy generator detektora iloczynowego tzw. BFO)
– generator VFO (podczas nadawania do uzyskania właściwej częstotliwości wyjściowej, natomiast podczas odbioru do uzyskania odpowiedniej częstotliwości pośredniej)

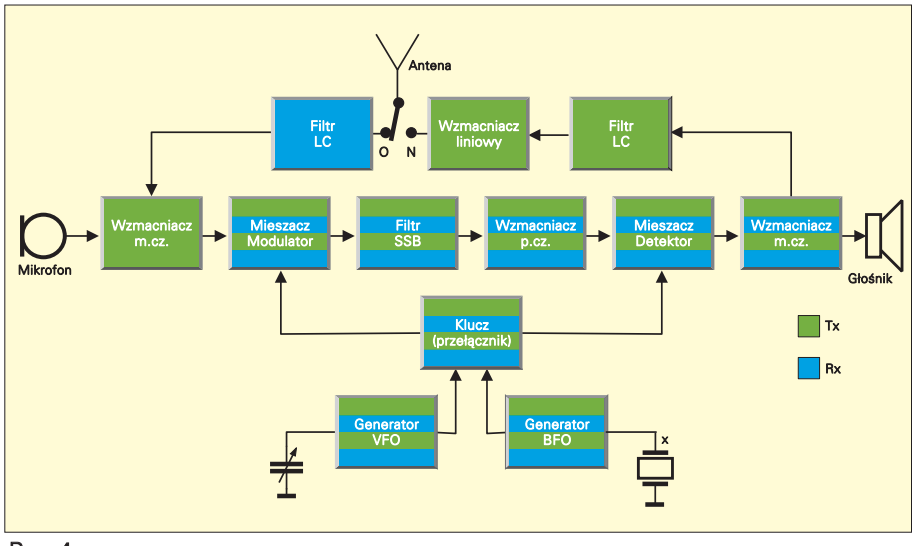
W niektórych rozwiązaniach wykorzystuje się mieszacze jako modulatory oraz wzmacniacze akustyczne odbiornika jako wzmacniacze mikrofonowe. Spotyka się również układy wykorzystujące wspólnie nawet 90% układów, ale jest to w pewnym stopniu rozwiązanie kompromisowe, bo np. wzmacniacz sygnału nadajnika co prawda może zostać wykorzystany jako wzmacniacz odbiornika, ale należy liczyć się ze znacznymi szumami własnymi.

Analizując rozwiązania na przestrzeni prawie dwudziestu lat, od kiedy SSB zaczęła być na dobre stosowana wśród amatorów, daje się zauważyć trzy koncepcje budowy transceiverów:

– koncepcja w/g firmy ATLAS (rysunek 4)
– koncepcja według firmy PLESSEY (rysunek 5)
– koncepcja mieszana (według indywidualnych pomysłów autorów, łącząca obydwie w/w rozwiązania)

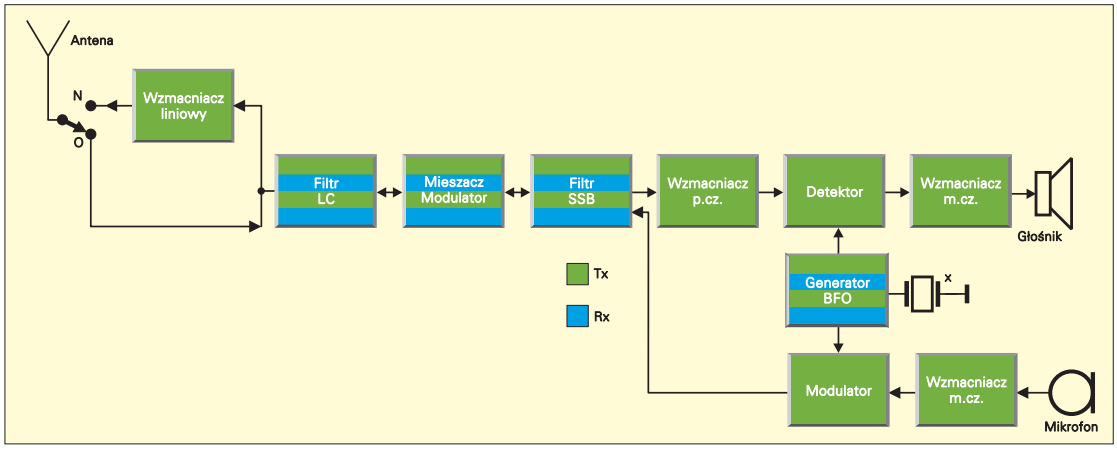
Za miesiąc przedstawimy praktyczne rozwiązanie minitransceivera SSB na pasmo 80m wykonanego na dostępnych nowoczesnych podzespołach. Do tego czasu warto wykonać antenę, choćby najprostszy dipol na pasmo 80m. Stosowny artykuł niedawno ukazał się w EdW.

Andrzej Janeczek

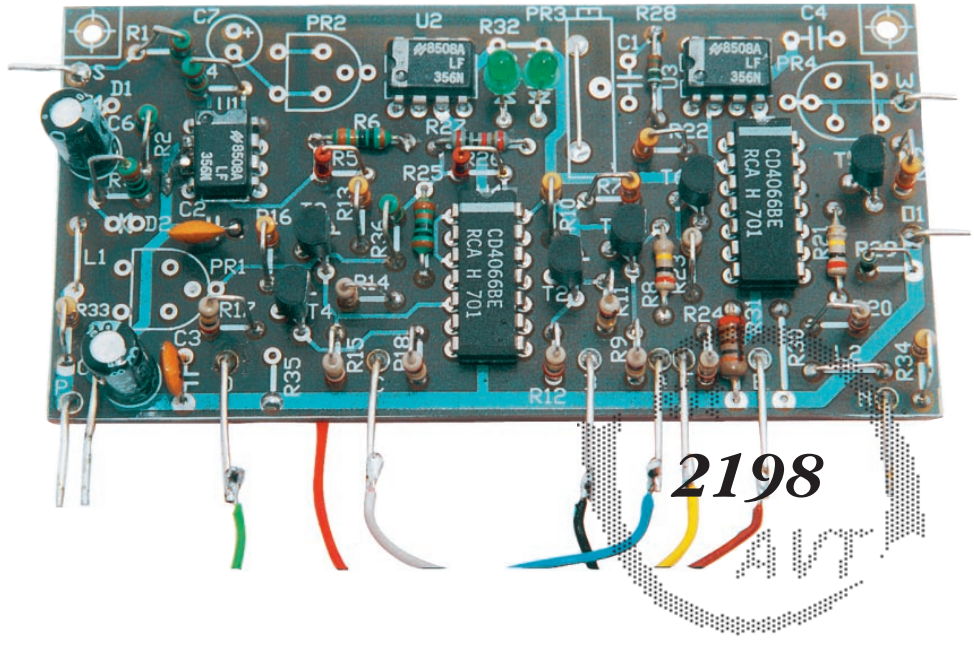


Rys. 4.

Rys. 5.



Wzmacniacz pomiarowy



Wielu bardziej zaawansowanych elektroników chciałoby zbudować system pomiarowy sterowany komputerem. Dla większości z nich największym problemem wcale nie jest budowa układu przetwarzającego napięcie na postać cyfrową i sprzęgnięcie takiego układu z komputerem. Takie przystawki można zresztą niedrogo kupić.

Niestety, większość takich przystawek ma bardzo prostą budowę i może mierzyć napięcia tylko w jednym zakresie. Poważną wadą tych przystawek jest brak programowanego wzmacniacza/tłumika, który umożliwiałby pomiar napięć w szerszym zakresie.

Opisany dalej układ jest modułem, który może wyeliminować tę wadę. Jest to wzmacniacz o wzmocnieniu regulowanym zdalnie za pomocą sygnałów logicznych.

Moduł może być wykorzystany do budowy systemu pomiarowego, sterowanego komputerem, albo do budowy autonomicznych przyrządów pomiarowych.

Układ przeznaczony jest do pracy w zakresie częstotliwości od zera (prąd stały) do 200kHz.

Wzmocnienie modułu jest regulowan e skokowo i wynosi: 0,001; 0, 002; 0,005; 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2; 0,4; 1; 2; 4; 10; 20; 40. Pozwala to mierzyć napięcia w zakresie 200V...5mV, gdy nominalnym sygnałem wyjściowym ma być napięcie równe 200mV.

Opis układu

Schemat blokowy układu pokazano na rysunku 1. Moduł zawiera trzy stopnie wzmocnienia. Podając odpowiednie stany logiczne na wejścia sterujące, oznaczone A...F można programować wzmocnienie modułu w zakresie 0,01...40 w sekwencji 1-2-4. Taka sekwencja jest potrzebna do uzyskania wypadkowej sekwencji 200V-100V-50V-20V-10V-5V-2V-1V-0,5V-0,2V-0,1V-500mV-200mV-100mV-50mV-20mV-10mV-5mV przy nominalnym sygnale wyjściowym równym 200mV.

Szczegółowy schemat ideowy modułu pokazany jest na rysunku 2.

Układ zasilany jest napięciem symetrycznym. Zakres napięć zasilania wynosi ±5V...±9V. Napięcia zasilające nie mogą być większe niż ±9V ze względu na obecność układów CMOS 4066, które mogą pracować przy całkowitym napięciu zasilającym co najwyżej 18V.

W obwodach zasilacza przewidziano dodatkowe elementy (R32, R35, C4, C7), które w razie potrzeby umożliwią zasilanie układu napięciem pojedynczym – należy wtedy zewrzeć L2 i R34. Jednak pracę przy zasilaniu pojedynczym należy traktować jako ostateczność. W miarę możliwości należy stosować zasilanie symetryczne, najlepiej w zakresie ±7...±9V.

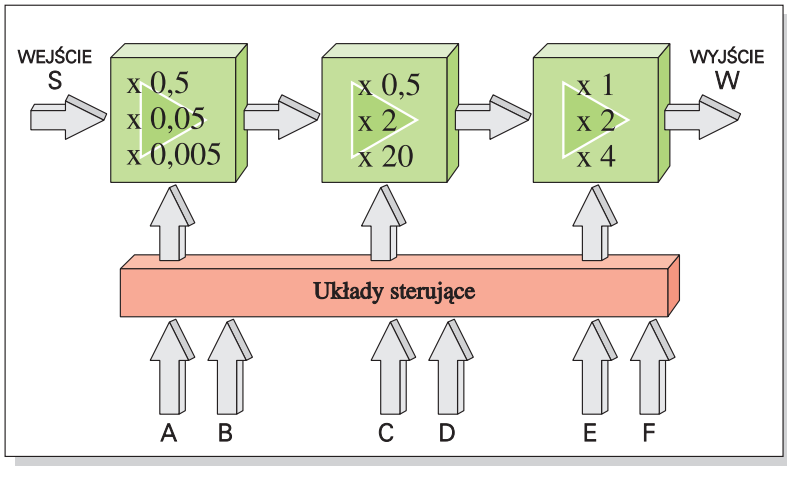
W trzech stopniach wzmocnienia pracują dość szybkie wzmacniacze operacyjne LF356.

Dwa pierwsze stopnie pracują w konfiguracji wzmacniacza odwracającego. Diody D1 i D2 chronią wejście układu U1 przed przeciążeniem. Jeśli obydwa klucze analogowe U4A oraz U4B nie przewodzą, wzmocnienie pierwszego stopnia jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R4 do R1+R2+R3 i wynosi około 0,5. Uruchomienie jednego z wymienionych kluczy dołączy w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego rezystancję R5 lub R6 i obniży wzmocnienie odpowiednio do 0,05 i 0,005. Kondensatory C8, C9 i C10 poprawiają charakterystykę przenoszenia w zakresie dużych częstotliwości.

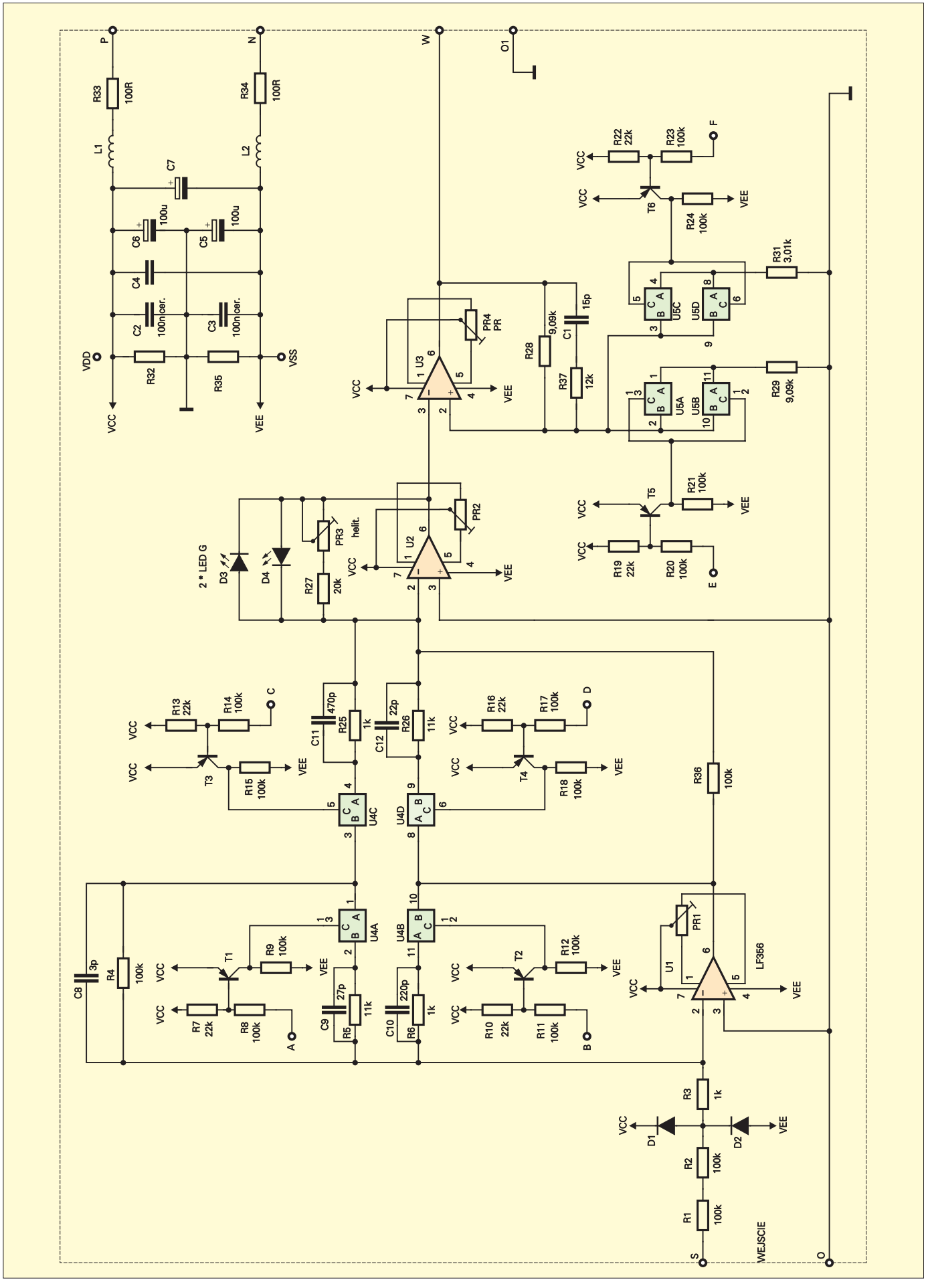
Układ jest sprzężony stałoprądowo i może być z powodzeniem używany do pomiarów napięć stałych. W takim wypadku można dodać potencjometr montażowy PR1 (22kΩ...47kΩ), który posłuży do kompensacji napięcia niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego.

Drugi stopień wzmocnienia może mieć wzmocnienie równe 0,2; 2 lub 20, zależnie od stanu kluczy analogowych

Rys. 1. Schemat blokowy



Rys. 2. Schemat ideowy



U4C i U4D. Gdy klucze U4C i U4D nie przewodzą wzmocnienie wynosi 0,2. Kondensatory C11, C12 poprawiają właściwości układu w zakresie wysokich częstotliwości. Dla dokładnego ustalenia wzmocnienia można wykorzystać potencjometr montażowy PR3. W większości przypadków precyzyjne ustawianie wzmocnienia nie jest niezbędne i potencjometr PR3 można zastąpić zworą.

Tabela 1

Wzmocnienie	A	B	C	D	E	F
0,001	O	Z	O	O	O	O
0,002	O	Z	O	O	Z	O
0,005	O	Z	O	O	O	Z
0,01	O	Z	O	Z	O	O
0,02	O	Z	O	Z	Z	O
0,04	O	Z	O	Z	O	Z
0,1	Z	Z	O	O	O	O
0,2	Z	Z	O	O	Z	O
0,4	Z	Z	O	O	O	Z
1	O	O	O	Z	O	O
2	O	O	O	Z	Z	O
4	O	O	O	Z	O	Z
10	O	O	Z	O	O	O
20	O	O	Z	O	Z	O
40	O	O	Z	O	O	Z

Diody świecące D3 i D4 przewidziano do ograniczenia napięć wyjściowych przy zbyt dużym wzmocnieniu pierwszych dwóch stopni. Jeśli nominalny poziom sygnału na wyjściu miałby wynosić 2V, diody te należy usunąć lub zastosować po dwie połączone szeregowo zielone diody LED.

Trzeci stopień wzmocnienia to wzmacniacz nieodwracający U3. Gdy klucze analogowe z kostki U5 nie przewodzą, wzmocnienie jest równe 1. Gdy zostanie otwarta jedna z par kluczy, wzmocnienie wzrośnie do dwóch lub czterech. W tym stopniu zastosowano po dwa klucze połączone równolegle, by z uwagi na niewielką wartość R31 zmniejszyć rezystancję przewodzącego klucza. Celowo ustalono wzmocnienie ostatniego stopnia równe 1, 2 lub 4. W razie potrzeby można je łatwo zmienić np. na 1-2-5 lub 1-2,5-5, by dostosować moduł do pracy w innym zakresie napięć wejściowych i wyjściowych. W tym celu trzeba tylko zmienić wartości rezystorów R29 i R31.

Klucze analogowe sterowane są za pomocą układów dopasowujących, zawierających tranzystor i trzy rezystory. Taki sposób sterowania jest bardzo wygodny, bo pozwala otwierać poszczególne klucze, zwierając punkty A...F albo do masy, albo do minusa zasilania. Gdy punkty A...F są nie podłączone, odpowiednie klucze nie przewodzą.

Tabela pokazuje, które wejścia sterujące mają być zwarte do masy (Z), a które nie podłączone czyli otwarte (O), by uzyskać potrzebne wzmocnienie.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na dwustronnej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 3. Montaż nie powinien sprawić kłopotów. W zasadzie układ zmontowany w wersji podstawowej, czyli według spisu elementów, nie wymaga uruchamiania i regulacji, powinien od razu pracować poprawnie.

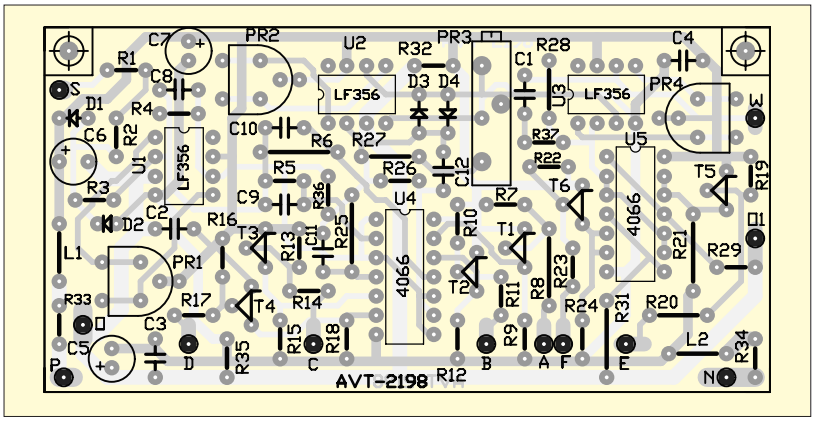
Opisany układ otrzymał trzy gwiazdki, czyli uznano go za projekt dla bardziej zaawansowanych. Te trzy gwiazdki nie są spowodowane trudnościami przy budowie modułu. Ze złożeniem i uruchomieniem opisanego układu poradzą sobie nawet słabo zaawansowani, większym problemem będzie wykonanie całego systemu pomiarowego i tylko z tego względu pojawiły się trzy gwiazdki.

Jeśli ktoś wykorzysta moduł do innych celów, nie powinien się obawiać żadnych pułapek i trudności przy budowie układu.

Ponieważ moduł ma być częścią układu pomiarowego, dobrze byłoby sprawdzić jego właściwości. Precyzyjne pomiary wzmocnienia nie są proste do wykonania w warunkach amatorskich. Nie jest to zresztą konieczne przy zastosowaniu metalizowanych rezystorów o tolerancji 1%. Ważniejszą sprawą jest sprawdzenie właściwości dynamicznych, zwłaszcza pasma przenoszenia w górnym zakresie częstotliwości. W układzie modelowym niezbędne kondensatory kompensujące przylutowano od strony druku, ale na płytce pokazanej na rysunku 2 przewidziano miejsce na te kondensatory. Pojemności podane na schemacie i w wykazie elementów okazały się optymalne dla pokazanego modelu. Okażą się także dobre dla następnych budowanych egzemplarzy.

Jeśli ktoś chciałby we własnym zakresie sprawdzić charakterystykę w zakresie najwyższych częstotliwości 20kHz...200kHz, i być może nieco poszerzyć pasmo powyżej 200kHz, może podać na wejście przebieg prostokątny o ostrych zboczach i indywidualnie dobrać pojemności kondensatorów C1 i C8...C12 do uzyskania jak najostrzejszych zboczy na wyjściu (ale bez oscylacji i przerzutów). Podczas prób modelu nie kompensowano układu na trzech zakresach największych napięć wejściowych, czyli najmniejszej czułości (klucz U4B przewodzi, klucze U4C i U4D nie przewodzą). Jeśli ktoś ma potrzebę mierzyć duże sygnały o znacznej częstotliwości, może przeprowadzić eksperymenty, dołączając niewielką pojemność (kilka pF) równolegle do rezystora R36 i obserwując kształt sygnału prostokątnego na wyjściu.

Rys. 3. Schemat montażowy



Wykaz elementów

Rezystory
R1,R2,R36: 100kΩ 1%
R4,R8,R9,R11,R12,R14,R15,R17,R18,R2,
R21,R23,R24: 100kΩ
R3,R6,R25: 1kΩ 1%
R5,R26: 11kΩ 1%
R7,R10,R13,R16,R19,R22: 22kΩ
R27: 20kΩ 1%
R28,R29: 9,09kΩ 1%
R32,R35: nie montować
R31: 3,01kΩ 1%
R33,R34: 100Ω
R37: 12kΩ
PR1,PR2,PR4: nie montować
PR3: zwora

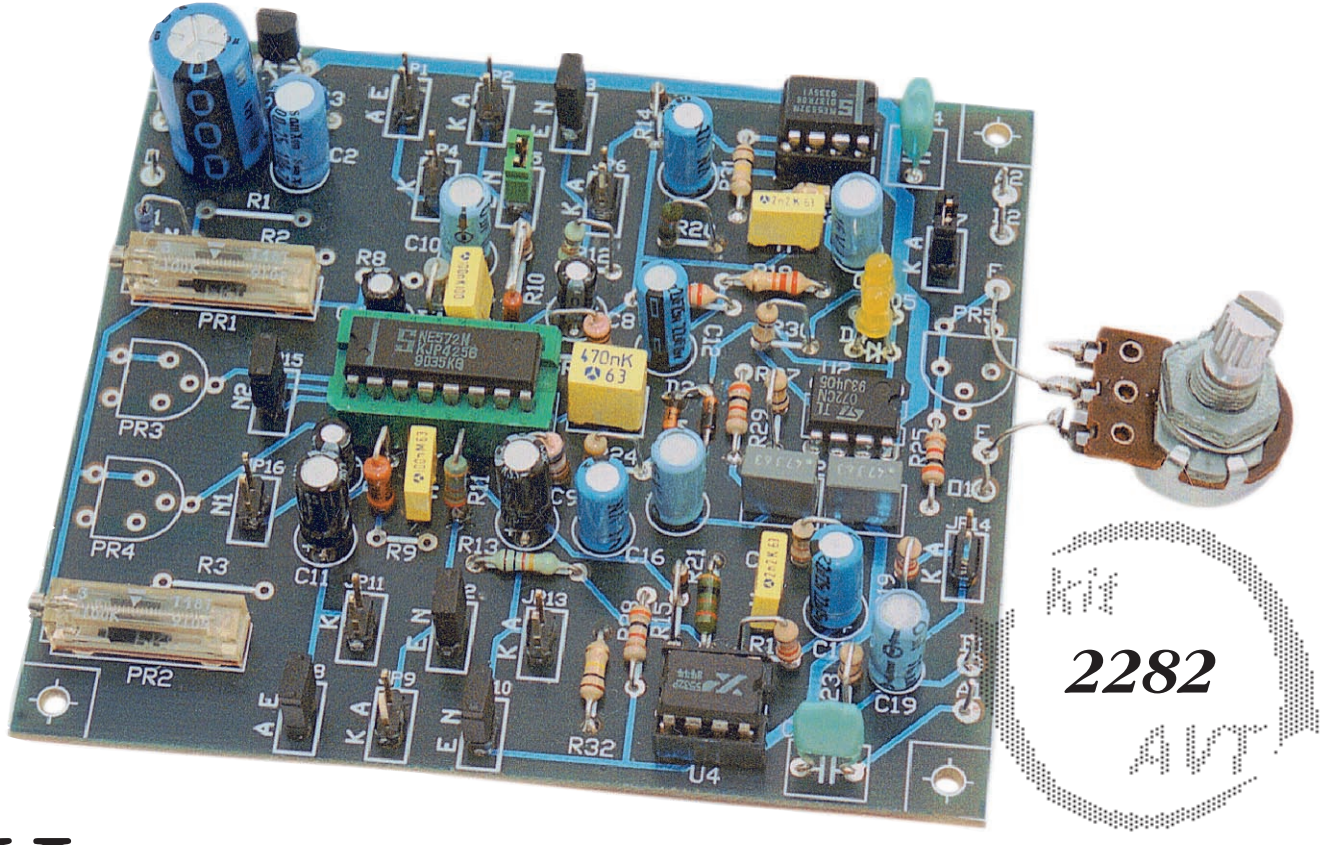
Kondensatory
C1: 15pF
C2,C3: 100nF ceramiczny
C4,C7: nie montować
C5,C6: 100µF/16V elektrolityczny
C8: 3pF
C9: 27pF
C10: 220pF
C11: 470pF
C12: 22pF

Półprzewodniki
D1,D2: nie montować
D3,D4: LED zielona
T1-T6: PNP np.BC558B
U1-U3: LF356
U4,U5: 4066

Pozostałe
L1,L2: zwora

Uwaga! Elementy R32, R35, C4, C7, PR1 – PR4, L1, L2 są opcjonalne i nie wchodzą w skład kitu AVT-2198B.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski



Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na dwustronnej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 10.

Ponieważ układ przeznaczony jest także do eksperymentów, płytka jest dość duża, a elementy rozmieszczone luźno. Dlatego montaż nie powinien sprawić problemów. Należy tylko uważać podczas montażu, ponieważ elementy błędnie wlutowane sprawią duże kłopoty przy wylutowaniu z dwustronnej płytki, zwłaszcza przy liczbie nóżek większej niż 2. Układy scalone należy wlutować lub włożyć w podstawki na samym końcu. Pod układy scalone U3 i U4 warto dać podstawki, by potem móc sprawdzić, jak zmieniają się parametry, zwłaszcza poziom szumów, po zmianie niskoszumnych układów NE5532 na inne.W układzie modelowym w obwodach sygnałowych zastosowano wysokiej jakości, niskoszumne wzmacniacze operacyjne NE5532. Zamiast nich można użyć popularnych kostek TL072 lub nawet TL082, licząc się z niewielkim pogorszeniem niektórych parametrów.

Jak podano w spisie elementów, w wersji podstawowej nie trzeba montować niektórych podzespołów. Są to PR3, PR4, R33, R34. Będą one potrzebne tylko w precyzyjnym układzie stereofonicznego ekspandora i posłużą do wyrównania charakterystyk obu kanałów dla najniższych poziomów sygnału.

Potencjometr montażowy PR5 będzie montowany tylko wtedy, jeśli bramka szumu montowana będzie do jakiegoś istniejącego urządzenia i będzie mieć jednorazowo, na stałe dobrany próg zadziałania. W większości przypadków, zamiast potencjometru montażowego PR5 montowany będzie potencjometr P9, który umożliwi płynną regulacje progu zadziałania bramki.

Jeśli ktoś chciałby wykorzystać moduł jedynie w roli kompresora, limitera albo ekspandora, a na pewno nie jako bramki szumu, może nie montować układu U2 i związanych z nim elementów.

Na początek można nie montować rezystorów R8 i R9. Okażą się one potrzebne tylko w niektórych przypadkach. Szczegółowe wyjaśnienie ich roli i potrzeby stosowania znajduje się w końcowej części artykułu.

Zwory oznaczone JP1...JP6, JP8...JP13, JP15, JP16 pozwalają dowolnie skonfigurować każdy z obu kanałów.

Konfiguracja jest dziecinnie prosta, ponieważ zarówno na schemacie, jak i na płytce drukowanej przewidziano jumperki i oznaczono je dużymi literami K, A, E, N. Nie trzeba nawet patrzeć na schemat, wystarczy połączyć jumperki, przy których jest dana litera:

dla limitera wszystkie z literą A,
dla kompresora – z literą K,
dla ekspandora – z literą E,
dla bramki szumu – z literą N.
To wszystko!

Moduł zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu po zasileniu napięciem 14...25V (punkty P, O) powinien pracować poprawnie. Działanie modułu najlepiej sprawdzić, konfigurując oba kanały do pracy w roli limitera i podając na wejścia sygnał na przykład z wyjścia magnetofonu czy tunera. Niezależnie od poziomu sygnału wejściowego, na wyjściu sygnał powinien mieć jednakowy poziom – około 0,45V wartości skutecznej (około 1,3V międzyszczytowo).

Jeśli układ nie działa, trzeba w pierwszej kolejności sprawdzić napięcia stałe: zasilające na wyjściu stabilizatora U5 (12V), napięcia na wyjściach U3A, U4B

i U2 (6V±1,5V), na nóżkach 6 i 10 układu U1 (2,5V±0,3V) oraz na wyjściach U3B i U4A (2,3...10V). Jeśli napięcia są inne, trzeba samodzielnie znaleźć przyczynę.

Gdy coś nie działa, podejrzenie pada zazwyczaj na układ scalony. Kilkuletnie kontakty autorów z kostkami NE572 i NE5532 świadczą jednak, że te bipolarne układy scalone bardzo rzadko ulegają uszkodzeniu i przyczyny złego działania układu raczej trzeba upatrywać w jakimś błędzie w montażu, zwarciu lub błędnej wartości któregoś elementu.

Zastosowania

Gotowy, odpowiednio skonfigurowany moduł może być stosowany przy udźwiękowieniu filmów czy realizacji własnych nagrań. Bardzo pożyteczna okaże się bramka szumu, która pozwoli wyciąć z nagrań szumy tła i w ogóle wszelkie szumy występujące w przerwach pomiędzy sygnałami użytecznymi.

Podczas dokonywania nagrań z pomocą mikrofonu nieocenioną rolę odegra limiter, który nie pozwoli przesterować wzmacniacza czy magnetofonu. W niektórych przypadkach zamiast limitera warto użyć kompresora, którego działanie jest podobne, ale nie tak silne.

Kompresor przyda się też w sytuacjach, gdy muzyki trzeba słuchać w pomieszczeniu o wysokim poziomie hałasu (na przykład we wnętrzu samochodu). Kompresor zwiększy głośność najcichszych sygnałów powyżej poziomu szumu tła i nawet te cichsze składowe nie znikną w hałasie pomieszczenia.

Ekspandor okaże się użyteczny przy odsłuchu i odszumianiu (przegrywaniu) starych, cennych, pamiątkowych nagrań. Ekspandor rozciągnie dynamikę, ściszając cichsze składowe, czyli w praktyce – zmniejszy szumy. Również bramka szumu skutecznie wytnie szumy pod warunkiem właściwego dobrania jej poziomu progowego (za pomocą potencjometru P9). Przy dokonywaniu zapisu na taśmę, moduł procesora dźwięku będzie umieszczony zazwyczaj tuż przed magnetofonem (magnetowidem).

Należy pamiętać, że można połączyć działanie poszczególnych urządzeń, łącząc je szeregowo, jedno za drugim. Przykładowo jeden kanał modułu będzie pracował jako limiter lub kompresor, a drugi jako bramka szumu.

W przypadku zastosowania kompresora lub limitera w systemach nagłośnienia „na żywo" (mikrofon i kolumny w tej samej sali), dałoby się zauważyć pewne specyficzne zjawisko. Powstaje ono następująco: przy braku sygnału, wzmocnienie kompresora lub limitera jest bardzo duże i... następuje samowzbudzenie wskutek sprzężenia między kolumnami a mikrofonem. Z głośników da się słyszeć pisk lub wycie. Gdy w mikrofonie pojawi się ten szkodliwy sygnał, zmniejszy on wzmocnienie limitera (kompresora). Samowzbudzenie nie zniknie, ale nie będzie narastać – wzmacniacz będzie pracował z jakąś mocą, zapewne mniejszą niż jego moc maksymalna. Z głośników będzie słychać ciągły pisk. Jeśli jednak ktoś podejdzie do mikrofonu i powie coś lub zaśpiewa, większy sygnał z mikrofonu jeszcze bardziej zmniejszy wzmocnienie limitera (kompresora) i... występujące wcześniej samowzbudzenie zniknie! Gdy do mikrofonu przestanie docierać głos wykonawcy, limiter (kompresor) znów zwiększy wzmocnienie i znów się pojawi samowzbudzenie.

Występują tu dwa zjawiska: jedno bardzo pożyteczne, drugie niepożądane. Pożyteczne polega na tym, że wskutek obecności limitera lub kompresora w przypadku samowzbudzenia wzmacniacz nie będzie pracował pełną mocą i pisk lub ryk nie będzie przerażająco głośny. Inaczej mówiąc, limiter spełni bardzo pożyteczną rolę: nie tylko „kagańca na mówcę", żeby ten nie ogłuszył publiczności, ale także ogranicznika głośności podczas samowzbudzenia systemu, co jak wiadomo zdarza się wskutek błędów obsługi miksera. Limiter jest wtedy włączony między przedwzmacniacz (mikser), a wzmacniacz mocy. Regulując wzmocnienie wzmacniacza mocy (przy ustalonym poziomie ograniczania limitera) dobiera się... **maksymalną głośność dźwięku na sali**. Jest to bardzo cenna możliwość, bo nie ma wtedy obawy, że w razie przypadkowego samowzbudzenia

Wykaz elementów

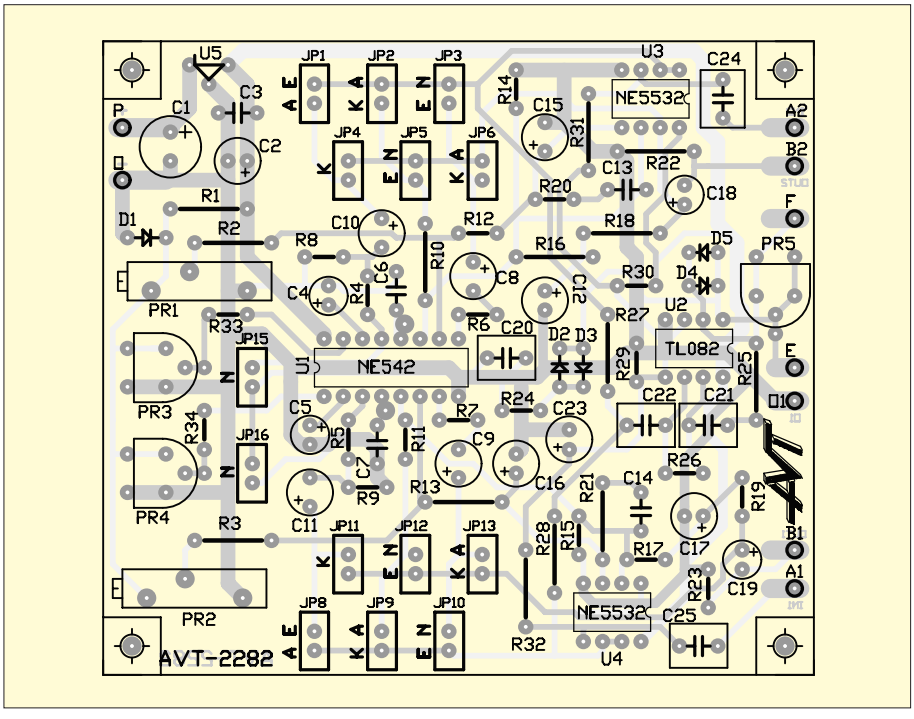
Rezystory
- R1: 2,2kΩ
- R2,R3,R22,R23,R29-R32: 100kΩ
- R4,R5: 15kΩ
- R6,R7: 6,2kΩ
- R8,R9: dobrać wg potrzeb – patrz tekst
- R10,R11: 33kΩ
- R12,R13: 1kΩ
- R14,R15: 18...22kΩ (można nie montować – patrz tekst)
- R16-R19: 22kΩ
- R20,R21: 270Ω
- R24: 47kΩ
- R25,R27,R28: 3,3kΩ
- R26: 330kΩ
- R33,R34: 1MΩ (nie montować – patrz tekst)
- PR1,PR2: 10kΩ...100kΩ helitrim
- PR3,PR4: 10kΩ...100kΩ miniaturowy (nie montować – patrz tekst)
- PR5: nie montować – patrz tekst
- P9: potencjometr 100kΩ B

Kondensatory
- C1: 220µF/25V
- C2: 100µF/16V
- C3: 100nF ceramiczny
- C4,C5,C8-C11,C18,C19: 10µF/16V
- C6,C7: 100nF foliowy
- C12,C15-C17: 22µF/16V
- C13,C14: 2,2nF foliowy
- C20-C22: 470nF
- C23: 10...22µF/16V
- C24,C25: 220nF

Półprzewodniki
- D1: dioda Zenera 5,1...5,6V
- D2,D3: dioda impulsowa np. 1N4148
- D4,D5: LED 3mm zielona
- U1: NE572
- U2: TL082
- U3,U4: NE5532
- U5: LM78L12

Pozostałe
- JP1-JP6,JP8-JP13,JP15,JP16: goldpin 1×2+JUMPER
- pokrętło potencjometru

Rys. 10. Schemat montażowy



pracujące z pełną mocą wzmacniacze ogłuszą publiczność.

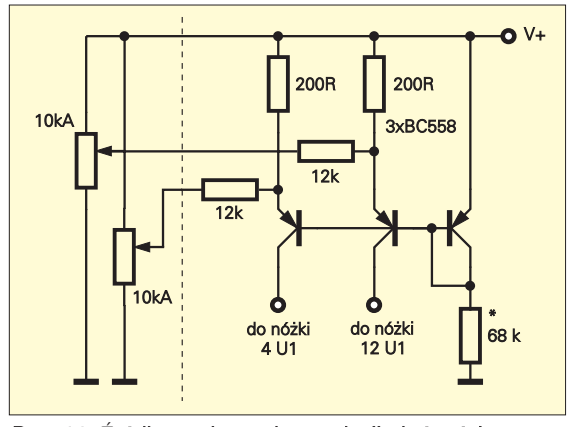
Jednak i tu występuje pewna pułapka, w którą wpadają niedoświadczeni elektroakustycy, zafascynowani omówionymi zaletami limitera. Mianowicie nadmierne zredukowanie czułości wzmacniaczy mocy włączonych za limiterem po prostu nie pozwoli uzyskać potrzebnej głośności. W efekcie system nagłośnienia będzie pracował na granicy wzbudzenia, a na sali i tak będzie za cicho. Próba wzmocnienia sygnału przed limiterem nic nie da, bo limiter i tak zmniejszy sygnał do swojego poziomu ograniczania. Jedynym ratunkiem będzie zwiększenie wzmocnienia (czułości) wzmacniaczy mocy.

Dlatego przy stosowaniu limitera w systemach nagłośnienia, koniecznie trzeba sprawdzić, czy maksymalny poziom głośności wyznaczony przez limiter jest wystarczający.

Natomiast wspomniane wcześniej, niepożądane zjawisko wywoływania samowzbudzenia można w prosty sposób wyeliminować, ograniczając maksymalne wzmocnienie limitera i kompresora przy braku sygnału na wejściu.

W prezentowanym module można to zrobić bardzo prosto, wlutowując rezystory R8 i R9. Obecność rezystorów między masą a wejściem detektora powoduje przepływ w obwodzie detektora prądu stałego, co jest równoznaczne z podaniem na wejście jakiegoś ciągłego sygnału i co powoduje ograniczenie wzmocnienia. Czym mniejsza rezystancja rezystora (R8 lub R9), tym mniejsze wzmocnienie maksymalne limitera lub kompresora. Wpływ rezystorów R8 i R9 zaznaczono na rysunku 7 czerwonymi i zielonymi liniami przerywanymi.

Ograniczenie maksymalnego wzmocnienia za pomocą rezystorów R8 i R9 jest korzystne także z innych względów. Bez nich wzmocnienie przy najmniejszych sygnałach jest bardzo duże, co oznacza, że silnie wzmacniane są wszelkie szumy. Jest to wspólna cecha wszelkich układów automatycznej regulacji wzmocnienia oraz kompresora i limitera. Można wprawdzie dołączyć za kompresorem (limiterem) bramkę szumu, która te szumy potem obetnie, ale prostszym i częstokroć wystarczającym rozwiązaniem jest właśnie ograniczenie maksymalnego wzmocnienia przy braku sygnału przez zastosowanie R8, R9.



Rys. 11. Źródło prądowe do regulacji głośności

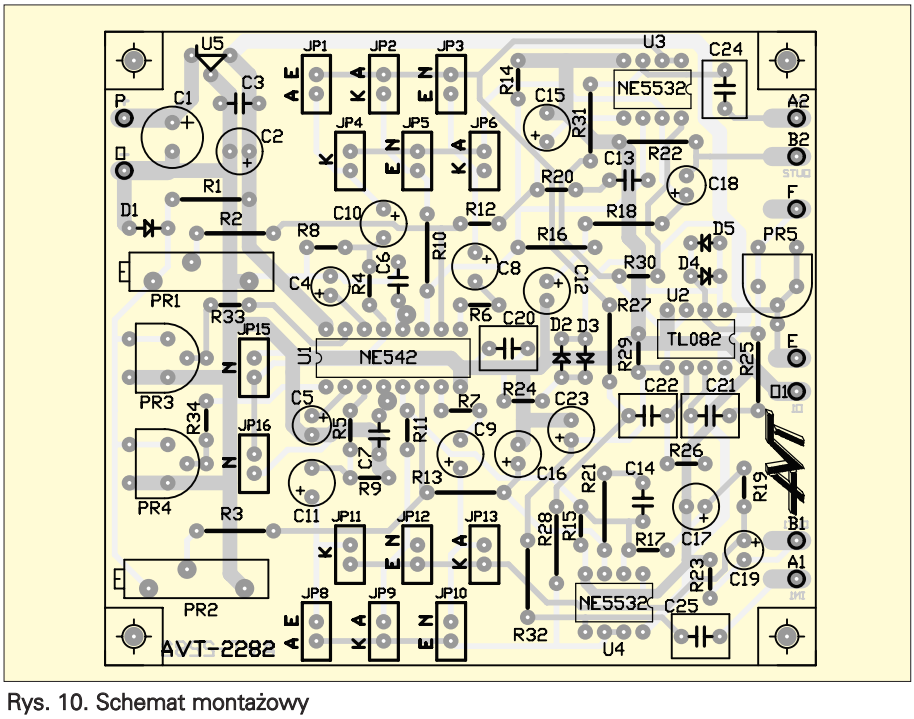
Uwaga! Rezystorów tych nie powinno się stosować w układzie ekspandora i bramki szumów – tu ich obecność zdecydowanie pogorszyłaby uzyskiwane efekty.

Każdy użytkownik modułu nie tylko może, ale wręcz powinien przeprowadzić eksperymenty ze zmianami pojemności C6, C7 (czas ataku) oraz C4, C5 (czas opadania) i osobiście przekonać się, jak stałe czasowe ataku i opadania wpływają na wrażenia słuchowe. Wartości tych pojemności śmiało można zmieniać te w szerokich granicach – układowi nic nie grozi. C6, C7 mogą mieć pojemność w granicach 0...1µF, a C4, C5 – 10nF...100µF

Jak wspomniano, maksymalne wzmocnienie kompresora i limitera można regulować za pomocą rezystorów R8, R9, a ściślej biorąc, za pomocą prądu płynącego przez końcówki 3, 13 kostki U1 i te rezystory. Nie jest to jedyna i najlepsza metoda. Taki sam, a nawet lepszy efekt uzyskuje się wpuszczając prąd do końcówek 4, 12 (albo 2, 14). W module przewidziano punkty przy nóżkach 4 i 12 do dołączenia zewnętrznego źródła prądowego. Na **rysunku 11** pokazano układ źródła prądowego o logarytmicznej charakterystyce regulacji. Liniowe zmiany napięcia potencjometru wywołują logarytmiczne (ściślej wykładnicze) zmiany wzmocnienia, wymagane przy regulacji głośności sprzętu audio. Zastosowanie obwodu z rysunku 11 pozwala przekształcić limiter lub kompresor w układ napięciowej regulacji wzmocnienia. Na potencjometrach regulacyjnych występuje tylko napięcie stałe, a nie sygnały zmienne. Takie obwody autorzy artykułu od lat stosują z powodzeniem w limiterze o regulowanym wzmocnieniu maksymalnym, używanym w systemie nagłośnienia.

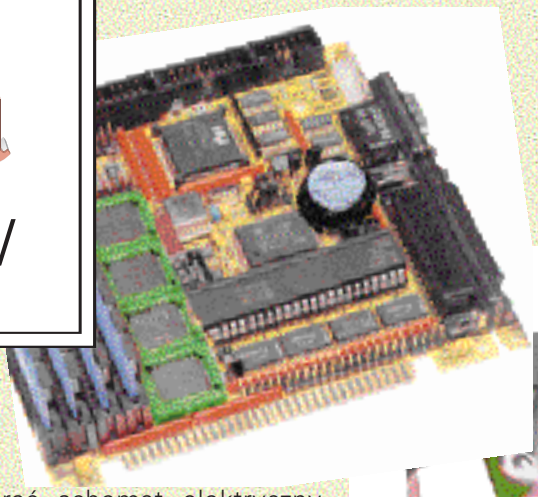
Jak wynika z podanych dotychczas informacji, do uzyskania dobrych efektów i optymalnego wykorzystania modułu, konieczne jest dobranie odpowiednich poziomów sygnałów, maksymalnego wzmocnienia (R8, R9) i wzmocnienia wzmacniaczy mocy. Nie sposób podać prostych recept, ponieważ moduł znajdzie zastosowanie w różnorodnych systemach. Trzeba trochę pomyśleć, przeprowadzić próby i dobrać podane wielkości we własnym zakresie, stosownie do okoliczności. Trzeba pamiętać, że poziom ograniczania limitera (i poziom wzmocnienia równego 1 dla kompresora i ekspandora) wynosi około 2,8Vpp czyli 0,45Vsk.

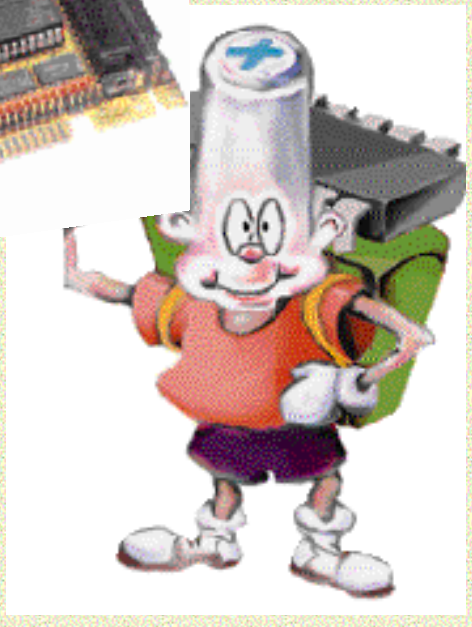
Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski



Rys. 10. Schemat montażowy

Szkoła KONSTRUKTORÓW





Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Prace należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się numeru EdW (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 31

Temat tego zadania zaproponował **Marcin Szambelan** z Poznania. Oto fragmenty listu:

Moim hobby jest fotografia. Uwielbiam fotografować naturę, jej piękne widoki oraz ludzi. I tu pojawia się pewien kłopot. Zdjęcia pozowane często są nieciekawe, sztuczne i bezbarwne. Osoby, które wiedzą, że za chwilę zostaną sfotografowane są spięte, ich twarze kamienieją, inni prezentują swoje uśmiechy, inni się chowają. I nic dziwnego, bo kto lubi wycelowany w ciebie obiektyw? Dlatego ważny jest czynnik zaskoczenia. Wtedy zdjęcia są naturalne, znacznie ciekawsze, bo nasycone emocjami. Ale czy może być mowa o zaskoczeniu, gdy fotograf stoi z gotowym do zdjęcia aparatem, albo gdy słychać odgłos samowyzwalacza?

Moim marzeniem jest urządzenie do zdalnego wyzwalania migawki. Aparat stoi sobie spokojnie na statywie. Nikt się niczego nie spodziewa... a tu nagle – pstryk! Po pewnym czasie znów się wszyscy rozluźniają, zapominają o aparacie, i... znowu pstryk! Tym sposobem mamy dwa wspaniałe zdjęcia do rodzinnego albumu.

Dodatkową zaletą jest fakt, że fotograf sam może się na nich znaleźć.

A oto oficjalny temat zadania:

Zaprojektować system zdalnego wyzwalania aparatu fotograficznego.

Najpierw należy określić sposób działania elementu wykonawczego. W przypadku starszych aparatów, na przykład typu Zenit, układ wymaga elementu mechanicznego, wkręcanego w spust migawki, lub zakładanego na wężyk spustowy. Nie obejdzie się tu bez mechaniki i elektromagnesu lub silniczka. W przypadku silniczka z przekładnią trzeba wziąć pod uwagę czas reakcji – urządzenie nie może działać z dużym opóźnieniem, bo przekreśla to jego przydatność do uchwycenia na gorąco zmieniającej się sytuacji. W przypadku elektromagnesu trzeba pomyśleć o amortyzacji, by uderzenie elektromagnesu nie spowodowało drgań aparatu i w konsekwencji poruszenia zdjęcia..

W przypadku nowoczesnych aparatów automatycznych stosowane są równe sposoby zdalnego wyzwalania, ale generalnie można przyjąć, że dzieje się to na drodze elektrycznej, a więc nie trzeba wgłębiać się w szczegóły i przyjąć, że elementem wykonawczym może być np. przekaźnik, który zewrze przeznaczone do tego styki aparatu, albo poda na nie jakieś napięcie.

Zasięg urządzenia do kilkunastu metrów. Zasilanie koniecznie bateryjne i to zarówno nadajnika, jak i odbiornika.

Na pierwszy rzut oka nasuwa się pomysł łącza radiowego. Ale warunki zadania doskonale spełni także łącze podczerwieni o zasięgu 10...15m, a takie łącze nie zawierające żadnych soczewek Czytelnicy EdW potrafią zaprojektować bez większych trudności. Warunki zadania spełnia także system przewodowy, ale chyba nie jest to najnowocześniejsze rozwiązanie. Tym niemniej w pewnych sytuacjach sterowanie przewodowe może dobrze zdać egzamin. Rozważcie także i tę wersję.

A może ktoś wpadnie na jeszcze inny pomysł?

W każdym przypadku weźcie pod uwagę pobór prądu. Choć w tym wypadku nie jest to krytyczny problem, jednak w tej dziedzinie większość uczestników Szkoły ma duże zaległości. Tak samo nie możecie pominąć kwestii stabilności – urządzenie musi niezawodnie działać w szerokim zakresie temperatur (-10°C...+30°C) i przy zmianach napięcia baterii zasilającej.

Rozwiązanie zadania 27

Jak zwykle otrzymałem kilkadziesiąt rozwiązań, i dwadzieścia modeli. Niestety, większość prac teoretycznych oraz kilka modeli zostało od razu wykluczonych z konkursu. Liczne prace teoretyczne reprezentowały żenująco niski poziom – ich autorzy albo przerysowali jakieś schematy z literatury, albo po prostu wymyślili układ „na papierze", a nie przeprowadzili żadnych prób. Ponieważ układ z założenia miał być odporny na zakłócenia, większości takich teoretycznych prac nie brałem pod uwagę. Ich autorzy wykazali, że nie bardzo rozumieją, iż chodzi tu o **SZKOŁĘ KONSTRUKTORÓW**, a prawdziwy konstruktor to taka niespokojna dusza, która ciągle poszukuje nowych i lepszych rozwiązań, a nie bazuje na wiedzy książkowej.

Natomiast jeśli chodzi o modele, to z przyjemnością stwierdzam, że zdecydowana większość z nich działa i to działa poprawnie. Co prawda nie byłem w stanie sprawdzić odporności na zakłócenia wszystkich modeli, ale sam fakt, że układy wykorzystujące różnorodne rozwiązania działają dobrze, jest chlubą dla ich twórców.

Muszę też przyznać, iż kilka modeli już po pierwszych próbach nie dopuściłem do konkursu. Nie mogę tolerować w Szkole Konstruktorów takich kwiatków jak modele zmontowane z zestawów do samodzielnego montażu i przysłane na konkurs! Tu zwracam się do młodych Czytelników: czy jeszcze nie dotarło do was, że jest to **Szkoła Konstruktorów**? Tu macie nauczyć się samodzielnego myślenia i analizy. Musicie przyzwyczaić się do tego, że ostateczny projekt najczęściej wymaga przeprowadzenia szeregu prób z których część (niekiedy większość) jest nieudana. Tylko następująca kolejność: analiza problemu – próby (w dużej części nieudane) – analiza wniosków – dalsze próby – ustalenie ostatecznej wersji urządzenia – wykonanie modelu, to proces prowadzący do celu. Co prawda znam natchnionych konstruktorów, którzy co jakiś czas mają swoiste „objawienia" czy też „wybuchy talentu". Jeśli wcześniej nabyli odpowiednio dużą ilość wiedzy konstruktorskiej, daje to dobre efekty. Ale jeśli taki „wybuch talentu" ma żółtodziób, który nie opanował nawet podstaw warsztatu konstruktora, to efekty w żaden sposób nie mogą być dobre. Konstruowania urządzeń elektronicznych naprawdę nie można się nauczyć czytając książki. Po raz setny powtarzam, że tylko eksperymenty uczynią z was prawdziwych elektroników i prawdziwych konstruktorów.

Dlatego z jednej strony bardzo się cieszę, że przy okazji tego zadania otrzymałem tak dużo modeli i serdecznie gratuluję wszystkim, którzy poświęcili temu zadaniu swój czas, jednak z drugiej strony mam pewien niedosyt, bo towarzyszące modelom prace nie zawsze świadczą, że przeprowadzono wstępne eksperymenty. Owszem, po wykonaniu modelu wszyscy przeprowadziliście próby skuteczności i odporności na zakłócenia, ale szczerze mówiąc, żadna z prac nie zawierała opisu eksperymentów tego typu:

Aby określić co zmienia dotkniecie czujnika zmierzyłem oscyloskopem przebieg...

A tego typu próby należało przeprowadzić i wtedy większość układów można byłoby znacznie uprościć lub usprawnić. Do tego wątku jeszcze wrócę, a teraz chciałbym przedstawić ogólne koncepcje.

Koncepcje

Kilku kolegów wbrew moim zaleceniom mimo wszystko zaryzykowało i zaproponowało wykorzystanie czujnika rezystancyjnego, w którym trzeba między dwie elektrody wprowadzić rezystancję (np. ciała ludzkiego). Jak już nadmieniłem przy okazji ogłaszania tego zadania, rozwiązanie takie jest nie do przyjęcia, bo zgodnie z założeniem, czujnik musi działać przy dotknięciu tylko klamki, a nie przy dotknięciu klamki i czegoś tam jeszcze.

Zdecydowana większość praktycznych rozwiązań była poprawna. Przeważnie działanie nadesłanych układów opiera się na wykorzystaniu przebiegu indukującego się w ciele ludzkim, które działa jak antena. A jaki to przebieg indukuje się w tejże antenie? A, to właśnie należało sprawdzić! Wnioskuję z nadesłanych prac, że znaczna część uczestników ma mgliste pojęcie na temat przebiegu pojawiającego się na czujniku po dotknięciu ręki. Tymczasem wystarczyło włączyć oscyloskop i dotknąć „gorącego" przewodu sondy! Co się okaże?

Na oscyloskopie pokazuje się sinusoida 50Hz, co prawda znacznie poszarpana, zawierająca różne „śmieci", ale niewątpliwie dominującym sygnałem jest właśnie sinusoida 50Hz. Pozostałe składowe to sygnały pochodzące z różnych źródeł i raczej nie warto ich wykorzystywać. Jakiej wielkości jest ten przebieg sinusoidalny?

Jak się można słusznie spodziewać, napięcie tego przebiegu ogromnie zależy od rezystancji obciążenia. Nie wdając się w szczegóły można przyjąć, że człowiek jest swego rodzaju anteną, która dostarcza przebieg (uwaga!) **mierzony względem ziemi**, a praktycznie przy zasilaniu z zasilacza sieciowego – względem masy układu. Czyli napięcie na czujniku będzie silnie zależeć od rezystancji między czujnikiem a masą układu (masą albo plusem zasilania – to akurat nie ma żadnego znaczenia, bo chodzi o rezystancję dla przebiegów zmiennych, a dla przebiegów zmiennych masa i plus zasilania są zwarte kondensatorami filtrującymi). Czujnikiem jest oczywiście klamka i kawałek przewodu prowadzącego do układu. Sama klamka i przewód mają względem masy układu rezystancję izolacji wynoszącą co najmniej setki megaomów. Wypadkowa rezystancja między masą a czujnikiem zależy wiec wyłącznie od tego, jak zbudowany jest stopień wejściowy układu elektronicznego. Za chwilę do tego wrócimy.

I właśnie zależnie od tej rezystancji będzie zmieniać się amplituda uzyskiwanej sinusoidy. Byłem przekonany, że ktoś przeprowadzi taką próbę i ją opisze – nic z tego – sam musiałem sobie z tym poradzić. Próba trwała aż półtorej minuty: włączyłem oscyloskop, dołączyłem sondę rezystancyjną 1:10, która ma rezystancję wejściową 10MΩ. Dotknąłem do gorącego końca sondy – na oscyloskopie pojawiła się nieco poszarpana sinusoida mająca międzyszczytowo 35V. Następnie pomiędzy gorącą końcówkę a masę oscyloskopu włączyłem rezystor 100kΩ. Po dotknięciu gorącej końcówki sondy przebieg na oscyloskopie miał 0,4V międzyszczytowo. Do drugiego kanału oscyloskopu dołączyłem zwykły przewód ekranowany. Tym samym rezystancja środkowego przewodu w stosunku do masy oscyloskopu była równa rezystancji wejściowej oscyloskopu czyli 1MW (i równolegle do tego kilkadziesiąt pF pojemności kabla i odcyloskopu). Po dotknięciu wewnętrznego przewodu tej sondy przebieg na oscyloskopie miał 4V międzyszczytowo. Włączyłem jeszcze na to wejście rezystor 10kΩ – zgodnie z przewidywaniami przebieg na oscyloskopie miał około 35mV.

I co z tego wynika? Po pierwsze amplituda uzyskiwanego sygnału bardzo silnie zależy od rezystancji obciążenia, czyli rezystancji wejściowej waszego układu elektronicznego (ja jako antena mam bardzo dużą rezystancję wewnętrzną – kto chce, niech policzy jaką, i niech też policzy jakim imponującym napięciem SEM dysponuje Redaktor Naczelny EdW przy rezystancji obciążenia równej 100MΩ i 1000MΩ). „Wydajność prądowa" takiego źródła jest niewielka i wynosi co najwyżej kilka...kilkanaście mikroamperów.

Po drugie takie wartości są charakterystyczne dla mojego domowego laboratorium – zapewne w innych pomieszczeniach i warunkach napięcia te będą się różnić. Ale niewątpliwie daje to pojęcie o przybliżonej wartości napięcia i prądu zmiennego uzyskiwanego z czujnika. Tym samym, jeśli oporność wejściowa waszego układu będzie bardzo duża, rzędu dziesięciu megaomów i więcej, to... no właśnie! **Napięcie będzie duże i nie będzie potrzebny żaden wzmacniacz!** I tu znaczna część uczestników może sobie zapisać na koncie wpadkę – nie przeprowadzili takiej beznadziejnie prostej próby, wykorzystują indukowane napięcie, tymczasem rezystancja wejściowa ich układów jest mała i w swoich układach zastosowali wzmacniacze, żeby wzmocnić sygnał czujnika.

Tymczasem wystarczyło zastosować albo najzwyklejszą bramkę CMOS, która ma rezystancję wejściową rzędu tysięcy megaomów i byłoby po kłopocie! W ostateczności można było zastosować wzmacniacz operacyjny z wejściami FET lub MOSFET, ale wcale nie jest to potrzebne, bo naprawdę wystarczy tu jedna bramka CMOS. Tyle o poziomie napięcia i wzmacnianiu sygnału.

Jeśli natomiast ktoś zastosował czujnik prądowy, na przykład w postaci tranzystora, to może liczyć na prąd rzędu 1μA przy napięciu potrzebnym do otwarcia tranzystora (0,6V).

Czy to wszystko? Nie!

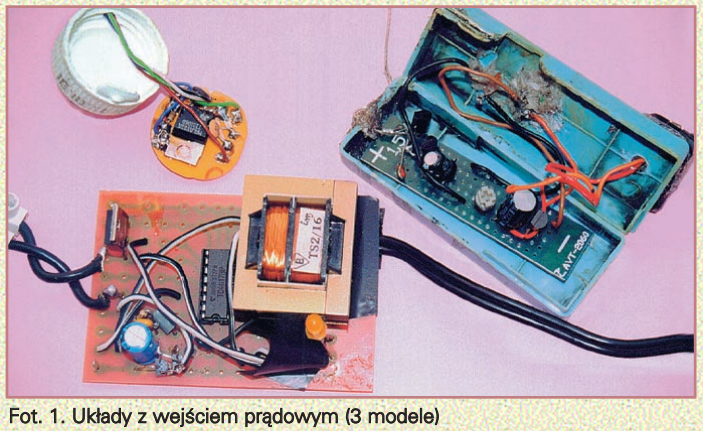
Niektórzy uczestnicy wykonali układy, które teoretycznie wykorzystują właśnie tę indukowaną sinusoidę, ale w praktyce reagują na inny sygnał. Pamiętaj, że jeśli włożysz koszulę lub sweter z izolacyjnego tworzywa sztucznego, to

przy ich zdejmowaniu często pojawiają się iskry. Materiał silnie się naelektryzował wskutek tarcia. A może, jeśli w samochodzie masz pokrowce na siedzenia z tworzywa sztucznego, odczułeś na własnej skórze, że przy wychodzeniu z samochodu i dotknięciu karoserii „samochód kopie" i pojawia się przeskok iskry między twoją ręką a lakierowaną blachą karoserii.

Oczywiście podczas jazdy naładowałeś się w stosunku do ziemi i masy samochodu i to do napięć rzędu kilku czy kilkunastu tysięcy woltów. (A może nawet więcej, jeśli złościłeś się na innych uczestników ruchu.)

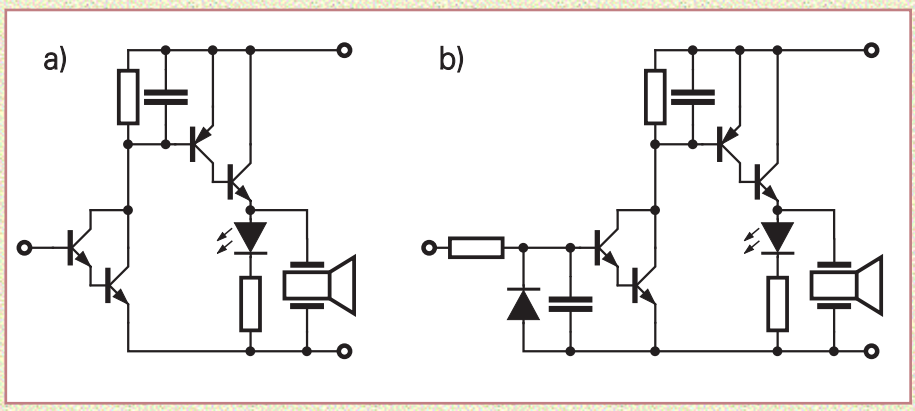
Takie same zjawisko ładowania zachodzi wszędzie. Jeśli jesteśmy dobrze odizolowani od ziemi, to w każdej chwili mamy w stosunku do niej jakieś (stałe) napięcie, które może sięgać wielu tysięcy woltów. Na szczęście pojemność ciała ludzkiego względem ziemi jest niewielka i zgromadzony ładunek nie jest groźny dla zdrowia, co najwyżej niektórych, co wrażliwszych lekko „kopią klamki".

Moje pobieżne (i niezbyt długie) testy waszych modeli doprowadzają do wniosku, że niektóre nadesłane urządzenia reagują bardziej na jednorazowe rozładowanie pojemności ciała ludzkiego, niż na to, co według ich autorów powinny – wspomnianą wcześniej sinusoidę. A nie jest to dobra cecha układu. Jeśli wejście waszego urządzenia nie będzie odpowiednio zabezpieczone, to w bardzo suchym otoczeniu ogromne napięcia i związane z tym ładunki mogą uszkodzić układ. Z drugiej strony podczas wilgotnej pogody zjawisko ładowania się człowieka może wcale nie wystąpić. Nawet jeśli wystąpi, to napięcie względem ziemi (masy) może być albo dodatnie, albo ujemne. O tym wypada pamiętać. Kilku młodych kolegów przekonuje, że można wykorzystać ładunek człowieka. Ale właśnie ze względu na zależność od wilgotności powietrza (oraz butów) oparcie działania układu na tym zjawisku byłoby więcej niż ryzykowne.



Fot. 1. Układy z wejściem prądowym (3 modele)

Oprócz tego istnieje jeszcze inny sposób: wykorzystanie generatora – może to być dowolny generator, choćby RC, zbudowany z jedna lub dwoma bramkami. Dotknięcie „gorącego" punktu generatora spowoduje dołączenie niewielkiej pojemności, jaką ma człowiek względem ziemi i masy układu. Ponieważ pojemność ciała ludzkiego jest niewielka, pojemność zastosowana w generatorze też powinna być jak najmniejsza. Idea jest w zasadzie beznadziejnie prosta: dołączenie dodatkowej pojemności zmieni częstotliwość drgań generatora, a to można bez większych kłopotów wykryć.



Rys. 1. Prosty czujnik prądowy

Jednak w praktyce trzeba tu uwzględnić dwa zjawiska wspomniane wcześniej: indukowanie się przebiegu 50Hz i możliwość naładowania człowieka do bardzo wysokich napięć. Pierwsze może powodować modulację częstotliwości przebiegiem 50Hz i zdominować zmiany wywołane dołączeniem pojemności. Drugie w pewnych warunkach może doprowadzić do uszkodzenia delikatnych obwodów generatora.

Tyle o podstawowych zasadach działania urządzeń reagujących na dotknięcie.

Rozwiązania

Pierwszą omówioną grupą rozwiązań niech będą proste czujniki z wejściem prądowym. Czujniki takie proponują: **Bogusław Barcikowski** z Łabiszyna (który przy okazji prób stwierdził, że jego układ może działać nie tylko jako dotykowy, ale i zbliżeniowy), **Daniel Łukiewicz** z Suchania, **Jacek Gajewski** z Grudziadza i **Dariusz Knull** z Zabrza. Modele trzech ostatnich kolegów można zobaczyć na **fotografii 1**.

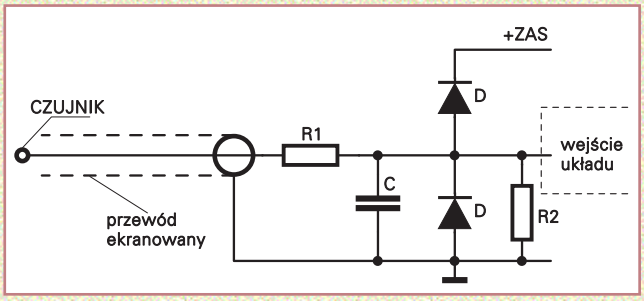
Ponieważ w układzie można liczyć tylko na prąd w zakresie 1μA lub nawet mniej, potrzebny jest wzmacniacz prądu z dwóch tranzystorów według **rysunku 1a**. I taki mniej więcej układ proponuje kilku kolegów. Ja osobiście dodałbym na wejściu elementy pokazane na **rysunku 1b**: rezystor do ograniczenia udarów prądowych, kondensator tworzący z tym rezystorem filtr likwidujący zakłócenia o wyższych częstotliwościach oraz diodę przejmującą prąd przy napięciach o odwrotnej biegunowości, a przy zbyt dużej czułości jeszcze rezystor dołączony równolegle do diody i kondensatora.

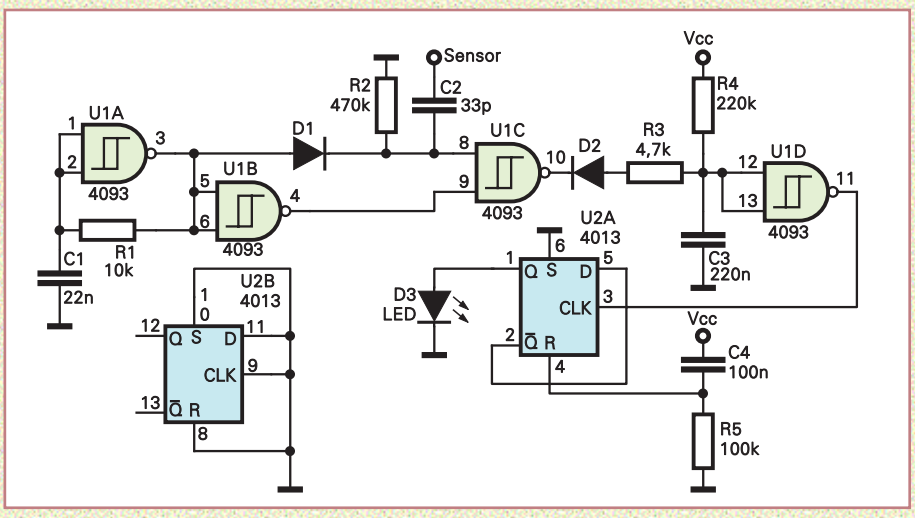
Do drugiej grupy rozwiązań zaliczyłem układy zawierające wzmacniacze operacyjne. Modele są pokazane na **fotografii 2**.

Zbigniew Wojciechowski z Lubaczowa zastosował podwójny wzmacniacz operacyjny LM358, którego połówka wzmacnia sygnał stały uzyskiwany z wejściowego prostownika, a druga połówka jest komparatorem. Natomiast **Grzegorz Wowro** z Lędzin przysłał starannie wykonany układ kostką LM324, gdzie trzy wzmacniacze tworzą wzmacniacz różnicowy, a czwarta jest komparatorem. Grzegorz jako jeden z nielicznych zwrócił uwagę na problem indukowania się zakłóceń w przewodach prowadzących od czujnika (klamki) do układu. Właśnie dla wyeliminowania takich zakłóceń proponuje wykorzystać wzmacniacz różnicowy, do którego dwóch wejść dołączone są dwie żyły zwykłego przewodu, przy czym tylko jedna z nich łączy się z klamką, druga nie jest podłączona, a jedynie symetryzuje układ wejściowy. Założenie jest w zasadzie bardzo słuszne, ale należałoby wziąć pod uwagę dodatkowe czynniki: oporność wejściowa wejść proponowanego wzmacniacza różnicowego wynosi około 100kΩ, co zgodnie z podanymi przeze mnie wynikami wstępnego eksperymentu zmniejsza napięcie z czujnika do wartości mniejszej niż 1V. Przy takich napięciach wzmacniacz różnicowy spełni swoją rolę. Nie spełni, jeśli napięcia będą znacznie większe, a wzmacniacze nasycą się. To jedna sprawa – druga to rodzaj indukowanych „śmieci". W długim przewodzie będzie się indukować przebieg 50Hz i zakłócenia wysokiej częstotliwości (radiowe). Z sygnałami o częstotliwości 50Hz wzmacniacz różnicowy poradzi sobie dobrze, ale z częstotliwościami radiowymi powolny układ LM324 nic nie zrobi. On ich po prostu nie zauważy i nie przepuści. Jeśli tak, to należy raczej zastosować ekranowany przewód prowadzący do klamki – ekran elektrostatyczny skutecznie zredukuje poziom wszelkich zakłóceń przenoszonych właśnie przez pole elektryczne. Natomiast zakłócenia przenoszone przez pole magnetyczne nie zaindukują się w przewodzie, bo nie jest on zamkniętą pętlą.

Biorąc to pod uwagę, można zaproponować obwód wejściowy według **rysunku 2**, przy

Rys. 2. Proponowany obwód wejściowy



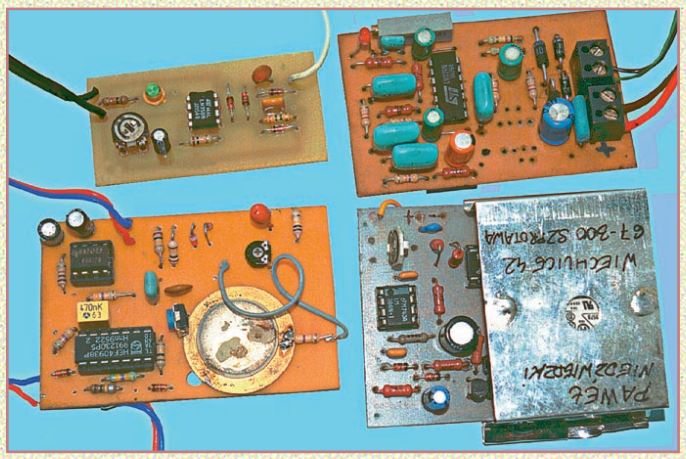


Rys. 3. Układ wg Jarosława Węglińskiego

czym zaznaczone „wejście układu" powinno mieć rezystancję przynajmniej kilkudziesięciu megaomów (bramka lub wzm. operacyjny z tranzystorami polowymi na wejściu). Ekran kabla radykalnie zmniejszy poziom niepożądanych zakłóceń. Diody zabezpieczą wejście w przypadku szczególnie dużych zakłóceń. Rezystory R1 i R2 mogą mieć jednakowe wartości (tworząc dzielniki 1:2), przy czym ich wartość wyznaczy czułość układu. Przykładowo mogą mieć po 22MΩ. Częstotliwość graniczna filtru dolnoprzepustowego R1, R2, C powinna wynosić nieco powyżej 50Hz. Przykładowo R1, R2 = 22MΩ, C = 220pF a D1, D2 – 1N4148. Przy zmniejszaniu rezystancji R1, R2 należy proporcjonalnie zwiększyć pojemność C. (Uwaga! Przy bardzo długim przewodzie połączeniowym trzeba wziąć pod uwagę pojemność między środkową żyłą a ekranem, która wynosi do 100pF/m.)

Łukasz Bajda ze Stalowej Woli przysłał równie starannie wykonany model ze wzmacniaczem operacyjnym na wejściu i kostką 4093. Układ pracuje poprawnie, ale przy zastosowaniu podanych wskazówek można go spokojnie odchudzić o ten wzmacniacz operacyjny.

Ostatni model a fotografii 2 jest autorstwa **Pawła Niedźwiedzkiego** z Wiechlic. Paweł porządnie wykonał i zaekranował swój układ. Ale również i tu, można go znacznie odchudzić, bo zawiera wzmacniacz operacyjny, kostkę 555 i układ 4013.



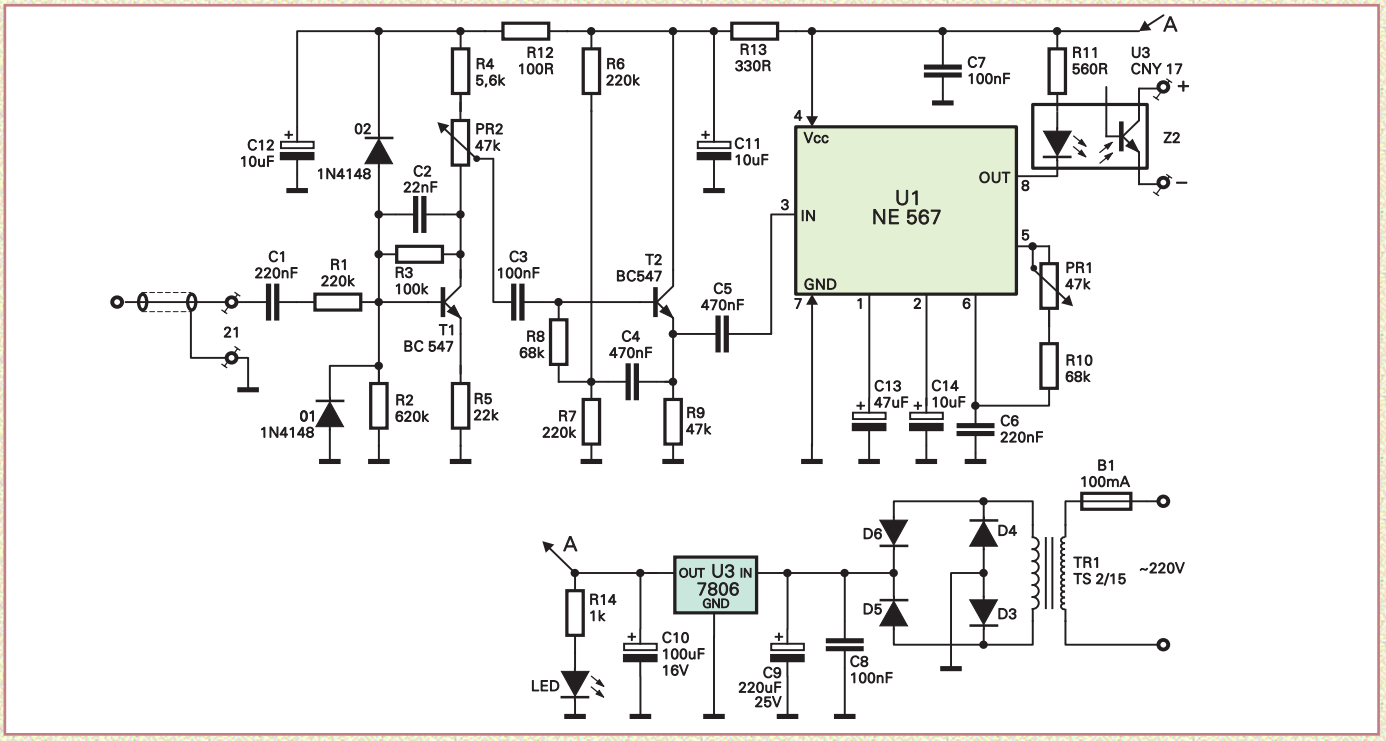
Fot. 2. Urządzenia ze wzmacniaczami operacyjnymi (3 modele)

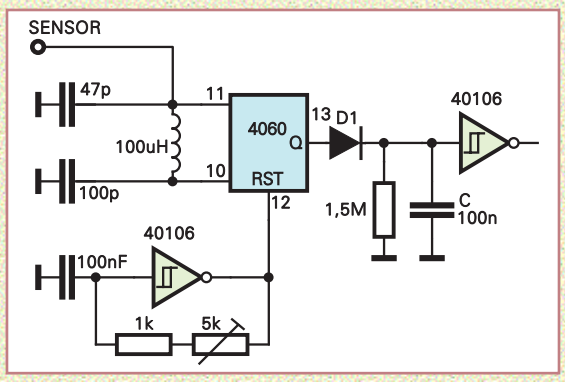
Z kolei **fotografia 3** pokazuje model wykonany przez **Jarosława Węglińskiego** z Warszawy na podstawie podobnego schematu z literatury. Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 3**. Przy dotknięciu sensora następuje uziemienie jednej z okładek kondensatora C2 (przez oporność ciała) bądź rozładowanie . To zaburzenie spowoduje pojawienie się ujemnego impulsu na wyjściu bramki U1C z przerzucenie przerzutnika U2A. Układ o takim schemacie warto dokładniej przebadać i sprawdzić przebiegi przy dotykaniu sensora.

Łukasz Malec z Tomaszowa Lubelskiego przysłał model pokazany na **fotografii 4**. Mogę go pochwalić nie tylko za staranność wykonania, ale i za prostotę. W układzie główną rolę pełni kostka 4093, a drugi układ 4013 pełniący rolę przerzutnika T mógłby być wyeliminowany. Właśnie za tę prostotę Łukasz otrzyma upominek, choć mógłbym się przyczepić do braku na wejściu obwodów zabezpieczających. Dlatego też nie podaję schematu.

W tej grupie rozwiązań na koniec zostawiłem projekt jednego z prymusów naszej Szko-

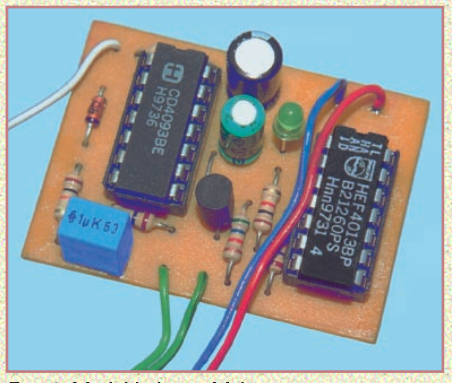
Rys. 4. Schemat układu Grzegorza Bywalca





Rys. 5. Zasada działania układu Rafała Kuchty

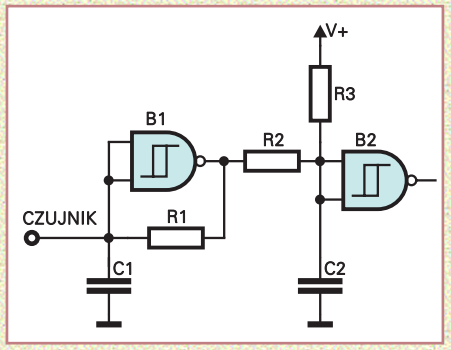
przebiegu o częstotliwości 50Hz. Dwutranzystorowy wzmacniacz (a właściwie osłabiacz) filtruje sygnał wejściowy i podaje na kostkę 567, która jest zasadniczym detektorem częstotliwości. Grzegorz nie zapomniał o zabezpieczeniu wejścia i wspomniał o kilku innych istotnych szczegółach. On też otrzyma główną pulę nagród z tego wydania Szkoły. W tym miejscu muszę wspomnieć jeszcze, że drugim pretendentem do głównej nagrody był **Marcin Wiązania**, ale jego układ przedstawiam jako projekt w dziale Elektronika-2000. Marcin zresztą nie ustrzegł się błędu, ponieważ zastosował na wejściu rezystory o zbyt małej wartości, co nadmiernie zmniejszyło czułość i spowodowało niepewne działanie układu.



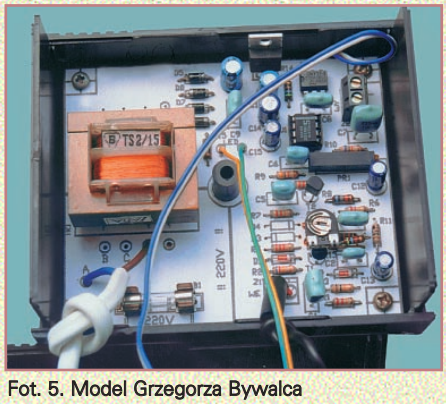
Fot. 4. Model Łukasza Malca

Pozostały jeszcze do omówienia trzy prace. Wszyscy wymienieni dalej koledzy zajęli się generatorami przestrajanymi dotknięciem. Ich prace są pokazane na **fotografii 6**. **Rafał Kuchta** ze Skrzyszowa zaproponował bardzo interesujący układ zawierający kostkę 4060, której jedno z wyjść licznika jest wykorzystywane do uruchamiania elementu wykonawczego. Zasada pracy zilustrowana na **rysunku 5** jest bardzo prosta: generator kostki 4060 pracuje z dość dużą częstotliwością. Nie pracuje on ciągle, bo jego rytm pracy wyznacza drugi generator o znacznie mniejszej częstotliwości (z bramką 40106). Stan niski na wyjściu bramki 40106 umożliwia start generatora kostki 4060 i zliczanie tych impulsów. Częstotliwości są tak dobrane, że w normalnych warunkach licznik 4060 zdąży zliczyć dostateczną liczbę impulsów by na wyjściu Q9 na chwilę pojawił się stan wysoki, co spowoduje naładowanie kondensatora C przez diodę D1. W ten sposób na kondensatorze C panują napięcia traktowane jako stan wysoki i na wyjściu drugiego inwertera utrzymuje się stan niski.

Rys. 6. Fragment projektu Tomasza Sapletty

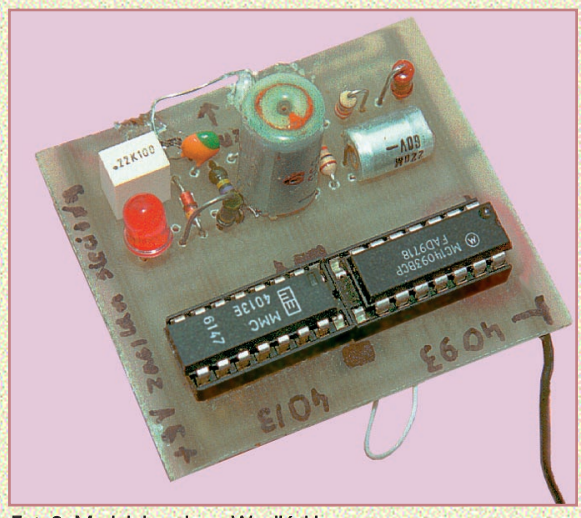


Po dotknięciu sensora częstotliwość generatora 4060 zmniejszy się i w czasie trwania stanu niskiego na wejściu RST licznik 4060 nie zdąży zliczyć odpowiedniej liczby impulsów. Na wyjściu Q9 przestaną się pojawiać dodatnie impulsy i kondensator rozładuje się powodując pojawienie się na wyjściu stanu wysokiego. Rafałowi gratuluję interesującego pomysłu i starannie wykonanego układu. W nagrodę otrzyma on katalog Motoroli i dobrą książkę. Ale udziału w głównej puli nagród przyznać nie mogę, bo poważne wątpliwości budzi stabilność termiczna i napięciowa generatora z bramką 40106. Gdyby ten fragment był dopracowany i gdyby Rafał dołączył wyniki pomiarów wpływu człowieka na częstotliwość generatora 4060, praca niewątpliwie zostałaby oceniona jeszcze wyżej. Ale mimo wszystko – brawo za ten pomysł.



Fot. 5. Model Grzegorza Bywalca

Podobnie chciałbym pochwalić **Tomasza Saplettę** z Donimierza za dwa pomysły: jeden prosty z dwoma tranzystorami, drugi z przestrajanym generatorem. Układ, którego fragment schematu można zobaczyć na **rysunku 6** pracuje na podobnej zasadzie: w stanie spoczynku częstotliwość jest na tyle duża, że napięcie na kondensatorze C2 cały czas utrzymuje się powyżej progu przełączania bramki B2, i na jej wyjściu utrzymuje się stan niski. Po dotknięciu czujnika częstotliwość obniża się i przez krótkie odcinki czasu napięcie na kondensatorze C2 obniża się poniżej progu przełączania bramki B2 – na jej wyjściu zaczynają pojawiać się impulsy dodatnie. Pomysł jest bardzo prosty i ciekawy, układ działa, ale moją wątpliwość znów budzi stabilność cieplna i napięciowa generatora i bramki B2. Z tego względu za ciekawy i co ważne, prosty pomysł Tomek otrzyma nagrodę w postaci katalogu Motoroli.



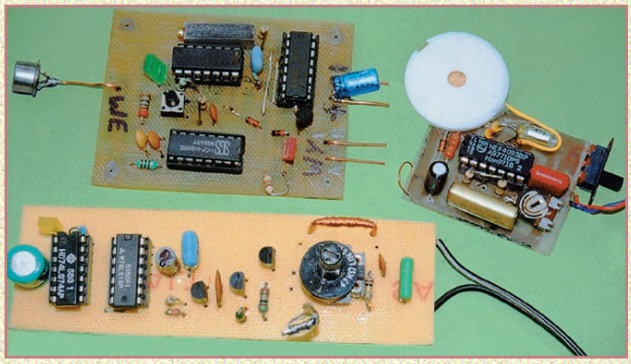
Fot. 3. Model Jarosława Węglińskiego

Upominek otrzyma także **Arkadiusz Drucia-rek** z Potrzanowa nie tyle za nadesłany model czujnika rezystancyjnego, co za nieudane próby z przestrajanym generatorem. Nie udało mu się z generatorem, bo zastosował niewłaściwy sposób detekcji częstotliwości, ale podjęte próby i wnioski z nich całkowicie zasługują na wyróżnienie.

Podsumowanie

Ogólnie rzecz biorąc, jestem bardzo zadowolony z waszych prac. Oczywiście czepiam się różnych spraw, czasem grubszych, czasem drobniejszych, ale to nie zmienia faktu, że cenię wszelki trud włożony w wykonanie modeli i przeprowadzone badania. Jeśli praca i model w ogóle zostały w jakiś sposób wspomniane, to jest to już powód do satysfakcji. Trzeba przecież wziąć pod uwagę wiek i niewielkie doświadczenie części uczestników. Dlatego muszę przyznać, że miałem spore kłopoty podejmując decyzję o podziale nagród. Większości uczestników, którzy nadesłali modele przydzie-

Fot. 6. Układy z przestajanymi generatorami



liłem przynajmniej upominki. Niech będą osłodą za poniesiony trud. Podzespoły z głównej puli nagród otrzyma **Grzegorz Bywalec**. Upominki w postaci książek otrzymają: **Jarosław Węgliński**, **Bogusław Barcikowski**, **Łukasz Malec**, **Arkadiusz Druciarek** i **Rafał Kuchta**. **Rafał Kuchta** i **Tomasz Sapletta** otrzymają katalogi Motoroli Master Selection Guide. Kilku następnych kolegów otrzyma drobne kity AVT jako upominki, a **Marcin Szambelan** z Poznania nagrodę za pomysł ogłoszonego dziś zadania.

Jeśli jesteśmy przy nagrodach, to chciałem też poinformować, że ostatnio otrzymaliśmy od firmy Motorola świeży zapas katalogów. Wszystkiego nie rozdam, ale dużą część tych jakże cennych katalogów rozdysponuję między tych uczestników naszej Szkoły, którzy w ciągu ostatnich miesięcy szczególnie się wyróżnili.

Są to koledzy:

Grzegorz Bywalec
Marian Jarek
Marcin Wiązania
Mariusz Nowak
Mariusz Ciołek
Radosław Koppel
Bogdan Taranta
Dariusz Knull
Krzysztof Winkiel

Nagrody, a zwłaszcza upominki regularnie przyznawane w naszej Szkole są w dużej części symboliczne, dlatego tym bardziej cenię wasz trud wkładany w opracowanie i wykonanie modeli. Niech teraz wspomniane katalogi będą dodatkową nagrodą dla tych, którzy wkładają w zajęcia Szkoły najwięcej trudu.

A jeśli chodzi o trzech pierwszych kolegów z listy myślę, pomału staną się oni stałymi współpracownikami EdW.

Przy okazji zacytuję obszerne fragmenty ciekawego listu, który nadesłał do Szkoły **Roman Sendela** z Zawiercia:

Witam i pozdrawiam!

Nazywam się Roman Sendela i mam 19 lat. Uczęszczam do Technikum Mechaniczno-Elektrycznego w kierunku technik elektryk. Elektroniką interesują się od dwóch lat.

Postanowiłem napisać do działu Szkoła Konstruktorów, gdyż uważam, że jest to jeden z z najlepszych w EdW. Uczestnicy Szkoły mają możliwość nauki w formie jakiej nie można zdobyć na tradycyjnych wykładach. Jest to nauka przez praktykę, rozwijająca w uczestnikach umiejętność logicznego myślenia. Uważam, że robicie kawał dobrej roboty, za którą mogę jedynie podziękować w imieniu wszystkich uczących się elektroniki.

Chciałbym, aby Redakcja rozważyła możliwość rozszerzenia objętości działu Szkoła Konstruktorów.

Proponuję, aby w każdym numerze EdW były dwa zadania. Zadania te byłyby zróżnicowane pod względem trudności. To na pewno spowodowałoby zadowolenie tych, którzy z niecierpliwością czekają na kolejny numer EdW tylko po to, by zmierzyć się z nowym zadaniem. Osoby wybredne mogłyby wybrać zadanie, które im bardziej odpowiada (...).

Jeśliby z jakichś względów byłoby to niemożliwe, proponuję wprowadzenie na stałe Klubu Konstruktorów, który spełnia rolę edukacyjna dla bardziej dociekliwych i zaawansowanych. – w końcu to ma być „Elektronika dla Wszystkich" – prawda?

Nie wiem, czy podobne propozycje otrzymywaliście wcześniej? Jeśli nie, proponuję zapytać na łamach EdW co inni o tym sądzą. (...)

Proszę bardzo, co o tym sądzicie?

Ja już teraz mogę wam wspomnieć, że planuję pomału zwiększać ilość zadań typowo badawczych. Na razie były dwa takie zadania: generator o jak najmniejszym poborze prądu i test baterii. Wyniki niemal trzydziestu dotychczasowych zadań Szkoły przekonują mnie, że coś takiego jest wręcz konieczne, jeśli macie zostać rasowymi konstruktorami. Prawdziwy konstruktor musi umieć i chyba też lubić przeprowadzać eksperymenty. Przy okazji mam prośbę: oprócz propozycji „klasycznych" zadań nadsyłajcie propozycje takich właśnie tematów typowo badawczych. W jednym z następnych zadań wrócimy na przykład do tematu czujników zbliżeniowych i będzie to wymagało przeprowadzenia eksperymentów w warunkach nie tylko laboratoryjnych. Zaproponuję też przetestowanie kolejnej grupy układów. Czekam też na wszelkie wasze propozycje.

A teraz jak zwykle, pozdrawiam i zachęcam do udziału w bieżącym zadaniu.

Wasz Instruktor
Piotr Górecki

część 9

Tranzystory dla początkujących

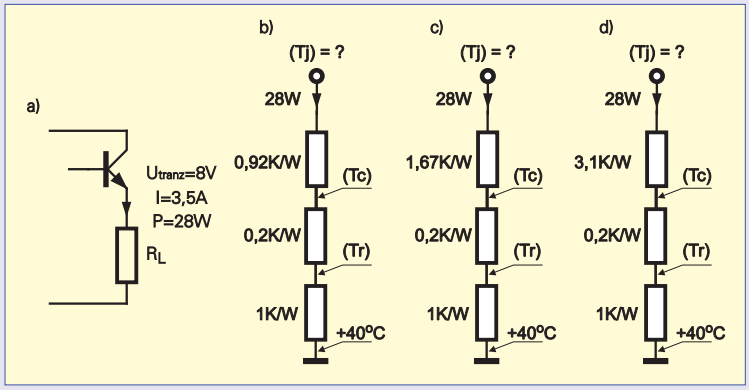
Radiator

Niniejszy odcinek zawiera dalsze informacje na temat odprowadzania ciepła i rozkładu temperatur w pracujących tranzystorach mocy. Interesujący prosty sposób oszacowania rezystancji termicznej radiatora „metodą kropelki" pozwoli praktycznie dobierać radiatory w konkretnych zastosowaniach.

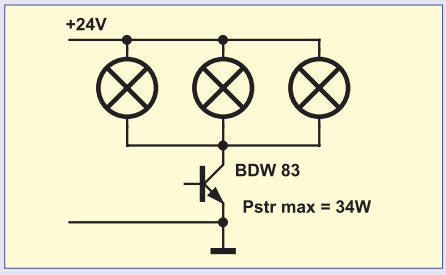
Dla utrwalenia wiadomości podanych w poprzednich odcinkach koniecznie wykonaj na początek kilka kolejnych ćwiczeń teoretycznych.

Na **rysunku 62** podałem ci trzy podobne sytuacje. Układ jest ten sam (rysunek 62a), taki sam jest radiator i ta sama moc tracona (28W). W układzie możesz zastosować trzy różne tranzystory mocy, wszystkie w obudowie TO-220 i wartościach Rthjc wziętych z katalogu: odpowiednio 0,92K/W; 1,67K/W oraz 3,1K/W. Oblicz, jakie będą temperatury złącza przy zastosowaniu poszczególnych tranzystorów. Przyjmij Rthcr = 0,2K/W. Temperaturę otoczenia przyjmij równą +40°C.

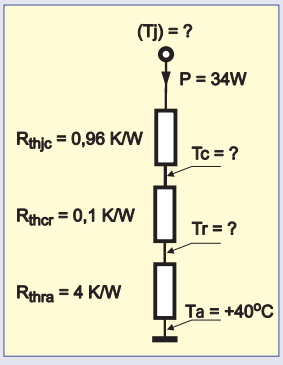
rys. 62.



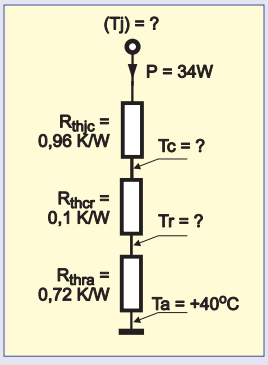
A teraz **rysunek 63**. Mając dane rezystancje termiczne i wiedząc, jaką moc musisz rozproszyć, oblicz rozkład temperatur w poszczególnych punktach. Na rysunku 63 zaznaczyłem ci niektóre wartości. Wydawałoby się, że znając moc żarówek i ich napięcie pracy można obliczyć ich rezystancję, ewentualnie zmierzyć ją omomierzem i podstawić do wcześniej podanych wzorów na moc strat dla najgorszego przypadku. Niestety, dla żarówek nie można w prosty sposób obliczyć mocy strat dla najgorszego przypadku, tak jak liczyliśmy wcześniej z pomocą prostych wzorów dla obciążenia rezystorowego. Powód jest prosty: rezystancja żarówek nie jest stała, tylko bardzo silnie i nieliniowo zmienia się wraz ze wzrostem prądu. Przykładowo żarówka samochodowa 12V 21W przy napięciu nominalnym ma rezystancję około 6,8Ω, natomiast przy bardzo małych napięciach i prądach zimne włókno ma rezystancję około 0,5Ω. Dla żarówki 12V 10W rezystancja „gorąca" i „zimna" wynoszą odpowiednio 14,4Ω i 1,2Ω. Dla żarówki 12V 5W: 29Ω i 2,7Ω, dla żarówki 24V 21W: 27,5Ω i 1,8Ω. Jaką rezystancję należałoby podstawić do wzoru? Ponieważ rezystancja żarówki tak silnie zależy od temperatury, wzory podane w poprzednich odcinkach nie mogą być zastosowane. Dlatego



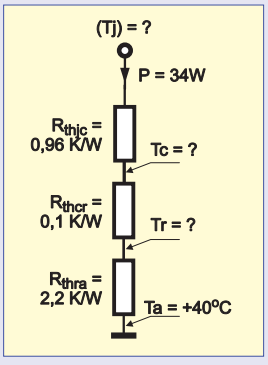
rys. 63.



rys. 64.



rys. 65.



rys. 66.

na rysunku 63 podana jest moc strat wydzielająca się w tranzystorze w najgorszych warunkach (34W). Już na pierwszy rzut oka widać, że z tranzystorem BDW83 (Ptot=130W, Tjmax=+150°C, Rthjc=0,96K/W) powinieneś rozproszyć podaną moc 50W, bo katalogowa moc strat Ptot wynosi aż 130W. Słusznie!

Przeprowadź obliczenia dla sytuacji z rysunku 63 i trzech różnych radiatorów. Potem zaznacz na rysunkach **64...66** temperatury w poszczególnych punktach.

Już obliczyłeś?

Przeanalizuj uzyskane wyniki. Przy ewidentnie zbyt małym radiatorze (wersja z rysunku 64) temperatura złącza wyniosłaby aż +212°C. To rzeczywiście dużo. Za dużo! Radiator jest za słaby, z mały.

Na pewno przy ogromnym radiatorze z Rthra = 0,72K/W z rysunku 65 wszystko jest w porządku. Temperatura złącza wynosi +100°C, a radiatora około +65°C.

Ale czy w wersji z rysunku 66 mieścimy się w przepisanych granicach? Temperatura złącza to dopuszczalne +150°C. A temperatura obudowy?

Tak! Będzie wynosić około +120°C! Nawet temperatura radiatora sięgnie niemal +115°C.

Ściślej biorąc, taka temperatura wystąpi tylko w punkcie styku czyli tam, gdzie z pomocą smaru silikonowego lub silikonowej (ale nie mikowej) podkładki przykręcony jest tranzystor. Powierzchnia radiatora będzie mieć trochę niższą temperaturę. O ile niższą? To zależy od wielu czynników i nie jest najważniejsze. Nie musisz się w to wgłębiać. W każdym razie na podstawie rysunków 64...66 możesz się przekonać, że o ile zastosujesz smar silikonowy, to temperatura metalowej wkładki tranzystora TO-220 (takie przecież stosujemy najczęściej) będzie mniej więcej taka, jak temperatura radiatora w miejscu styku z tranzystorem. Różnica kilku stopni nie ma znaczenia.

Czy jednak temperatura obudowy tranzystora wynosząca +120°C to aby nie za dużo?

Woda wrze w temperaturze +100°C, a w temperaturze +120°C kropelka wody szybciutko wyparowuje z lekkim sykiem. Czy można dopuścić takie warunki i gotować wodę na tranzystorze i radiatorze? Do tej pory być może uważałeś, że jeśli możesz dotknąć palcem do radiatora pracującego tranzystora i się nie oparzysz, to radiator jest właściwy. Jeśli nie możesz go utrzymać, bo parzy – radiator jest za mały.

To nie jest dobry sposób oceny radiatora. Nie bój się wyższych temperatur. Wiesz przecież, że temperatura półprzewodnikowego złącza może wynosić nawet +150°C. Dlatego temperatura obudowy tranzystora równa +120°C generalnie nam nie przeszkadza. Nie bój się więc tych +115°C. Oczywiście tak rozgrzanego radiatora nie możesz wystawić na zewnątrz obudowy, bo rzeczywiście ktoś mógłby się poparzyć. Ale jeśli radiator o tej temperaturze jest umieszczony wewnątrz obudowy, to nie ma problemu.

A teraz słówko na marginesie. Być może podziwiałeś potężne, czernione radiatory w niektórych wzmacniaczach mocy. Przykładowo niektóre starsze krajowe wzmacniacze o mocach wyjściowych rzędu 2 x 15...2 x 50W były wyposażane w takie potężne radiatory, wystające z tylnej ścianki obudowy. Wielkość tych radiatorów może sugerować, że do rozproszenia kilkudziesięciu watów mocy strat potrzebne są koszmarnie wielkie radiatory. Wcale tak nie jest! Wielkość wspomnianych radiatorów wynikała z tego, że były wystawione na zewnątrz i obowiązujące przepisy żądały, by temperatura ich powierzchni nie przekroczyła wyznaczonej granicy. Nie daj się więc zasugerować wielkością radiatorów w takich wzmacniaczach.

Teraz wracamy do głównego wątku.

Co wynika z rysunków 63...66?

Przy nowoczesnych tranzystorach w obudowach TO-220 i mocach traconych do 20...30W możesz przyjąć, że jeśli temperatura metalowej wkładki tranzystora (ściślej styku tranzystora z radiatorem) nie przekroczy +120°C, to tranzystor nie będzie przegrzany. Tylko jak określić tę temperaturę?

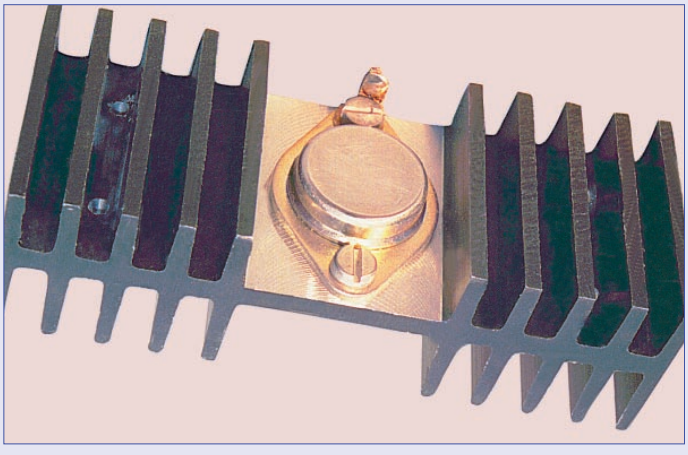
Wykorzystaj praktycznie podane informacje. Umieść kropelkę wody na metalowej wkładce tranzystora TO-220, włącz układ i czekaj. Jeśli po ponad minucie pracy układu w pewnym momencie w kropelce wody pojawią się bąbelki pary, kropelka zacznie wrzeć i wyparuje, temperatura obudowy przekroczyła +100°C. Nie wpadaj w panikę! Jeśli teraz umieścisz następną kropelkę wody na wkładce, a ta wyparuje po kilku sekundach, to temperatura wkładki wynosi +100...+110°C. To naprawdę jest dopuszczalna sytuacja. Pamiętaj, że nie jesteś kucharzem, tylko elektronikiem.

Jeśli przy takim eksperymencie pierwsza kropelka wody nie chce wyparować w towarzystwie bąbelków pary i niknie powoli w ciągu kilku minut lub więcej to temperatura obudowy jest niższa niż +100°C i radiator jest dobrany z pewnym zapasem. Oczywiście radiator może być przy tym tak gorący, że w nie będziesz mógł go dotknąć.

Jeśli jednak pierwsza kropelka wyparuje w czasie krótszym niż minuta, a następna kropelka wyparuje z sykiem natychmiast po jej umieszczeniu na wkładce, to szybko wyłącz układ – temperatura obudowy przekroczyła +120°C, a temperatura złącza mogła przekroczyć +150°C. Zastosuj większy radiator, bo ten jest za mały dla danej mocy traconej.

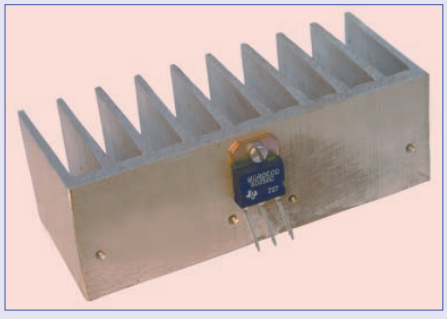
Nie polecam ci innych sposobów pomiaru temperatury, bo w domowych warunkach nie zbudujesz sensownego termometru do pomiaru temperatury obudowy tranzystora. Nie próbuj wykorzystywać sondy zawartej w wyposażeniu lepszych multimetrów cyfrowych. Błąd takiego pomiaru byłby zbyt duży. Do prób z tranzystorami w obudowach TO-220 polecam prosty sposób z kropelką wody.

Dlaczego zalecam próby tylko z obudową TO-220 lub podobną większą, np. TO-218 (SOT-93)? Bo masz wtedy bez-



pośredni dostęp do metalowej wkładki radiatorowej. W przypadku tranzystorów w plastikowej obudowie TO-126 nie masz bezpośredniego dostępu do wkładki radiatorowej, a temperatura plastikowej powierzchni nie pozwala wnioskować o temperaturze złącza. Podobnie jest ze starszymi tranzystorami w metalowej obudowie TO-3. Też nie masz dostępu do płaszczyzny, przez którą jest przekazywane ciepło do radiatora, a temperatura metalowego kapturka zależy od konstrukcji obudowy i nie pozwala wyciągnąć wniosków na temat temperatury złącza.

W każdym razie eksperymenty z tranzystorami w typowej obudowie TO-220 pozwolą ci wstępnie określić parametry radiatorów, które potem będą współpracować z tranzystorami w innych obudowach.

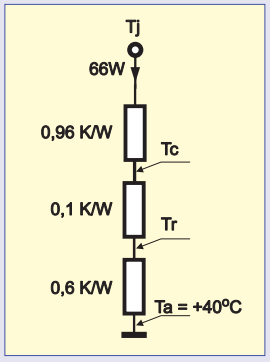


Podałem ci tu z grubsza ogólną zasadę sprawdzenia, czy przy mocach do 20...30W radiator nie jest za mały. Czy dla większych mocy jest podobnie? Jak rozkładają się temperatury? Jeśli chcesz to sprawdzić, przeprowadź obliczenia i uzupełnij **rysunki 67...69**. Sytuacje z rysunków 67...69 są trochę sztuczne, bo za każdym razem rezystancja radiatora jest tak dobrana, by przy danej mocy strat temperatura złącza nie przekroczyła +150°C. A radiator o rezystancji 0,6K/W to potężny kawał aluminiowej kształtki. W każdym razie sam widzisz, że przy zastosowaniu smaru silikonowego temperatura obudowy i radiatora różni się niewiele, bo tylko o kilka stopni. Zapamiętaj, że temperatura wkładki radiatorowej jest niższa od temperatury złącza o mniej więcej

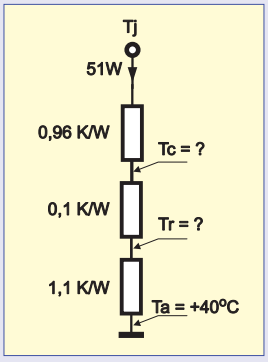
$$\Delta Tjc=P\times Rthjc$$

Teraz masz już sporo wiedzy o zależnościach cieplnych. Na razie jest to wiedza czysto teoretyczna. A ty chcesz być praktykiem. Zbuduj więc układ z **rysunku 70** lub podobny z tranzystorem T1 w obudowie TO-220 lub TO-218 (SOT-93), o jak największej katalogowej mocy Ptot. Przy przepływie prądu przez tranzystor będzie się w nim wydzielać moc

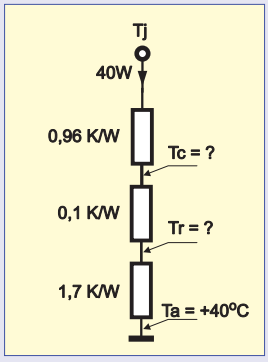
$$P=U_T\times I_C$$



rys. 67.



rys. 68.



rys. 69.

Moc tę możesz regulować potencjometrem P1. Przy pierwszym włączeniu zamiast bezpiecznika należy włączyć żarówkę 12V 10...60W i ustawić potencjometr P1 na minimum prądu. Dopiero po takim sprawdzeniu można zamienić żarówkę na bezpiecznik.

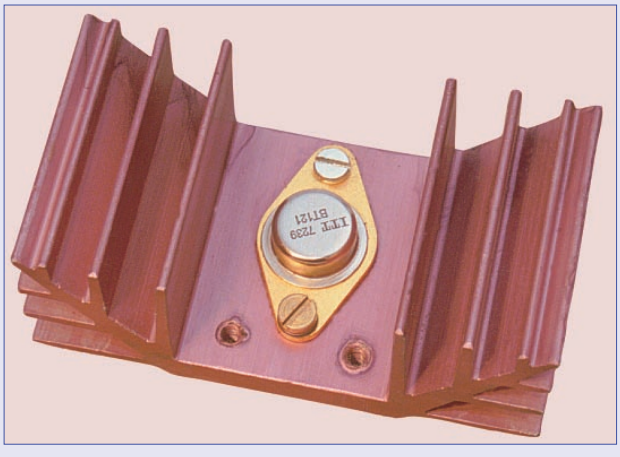
Podczas późniejszych pomiarów w najprostszym przypadku możesz mierzyć tylko napięcie na szeregowym rezystorze 0,1Ω. Zakładając, że napięcie akumulatora nie zmienia się i jest równe 12V (zmierz), moc strat wydzielana w tranzystorze (pomijając straty w rezystorze R1) będzie wynosić

$$P[W]=120\times U1\ [V]$$

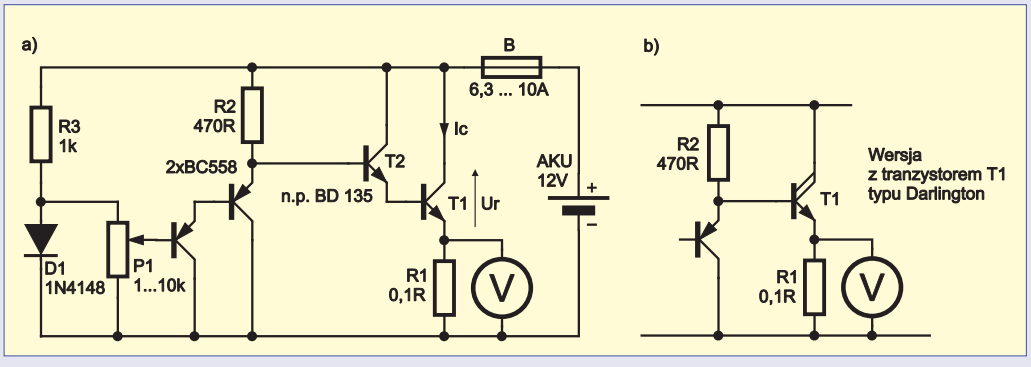
Weź kilka radiatorów począwszy od kawałeczka blachy aluminiowej (np. 4 x 4cm) do sporego radiatora z aluminiowego fabrycznego profilu i kolejno sprawdź „metodą kropli", jaką moc możesz stracić z poszczególnymi radiatorami. Nie przekrocz tylko dopuszczalnego prądu tranzystora mocy. A przy mocy traconej większej niż 30W nie zapomnij o rezystancji Rthjc, która na przykład dla tranzystorów mocy BD249/250, BDV64/65 wynosi 1K/W, dla BDW93/94 – 1,56K/W, dla BD905...BD912 – 1,4K/W, BD243/244 – 1,9K/W, a dla starych krajowych BD280...286 aż 3,5K/W. Temperatura złącza będzie większa od temperatury obudowy o

$$\Delta T=P\times Rthjc$$

Jak widzisz jest to bardzo prosty sposób oszacowania rezystancji termicznej radiatora. Pamiętaj jednak, że jest to sposób, powiedzmy „oszczędny". Może się serdecznie zdziwisz, jak małe będą radiatory potrzebne do rozproszenia mocy 5...10W przy temperaturze obudowy tranzystora (TO-220) wynoszącej +100...+120°C. W praktyce nie stosuj jednak aż tak małych radiatorów. Pamiętaj, że próby przeprowadzasz na wolnym powietrzu, a potem radiator zamkniesz w obudowie, gdzie będą znacznie gorsze warunki chłodzenia. Poza tym obniżenie temperatury złącza poniżej +150°C jeszcze bardziej zwiększy niezawodność urządzenia. W miarę możliwości stosuj znacznie większy radiator. Ale ze sposobu z kropelką wody nie rezygnuj. Przepro-



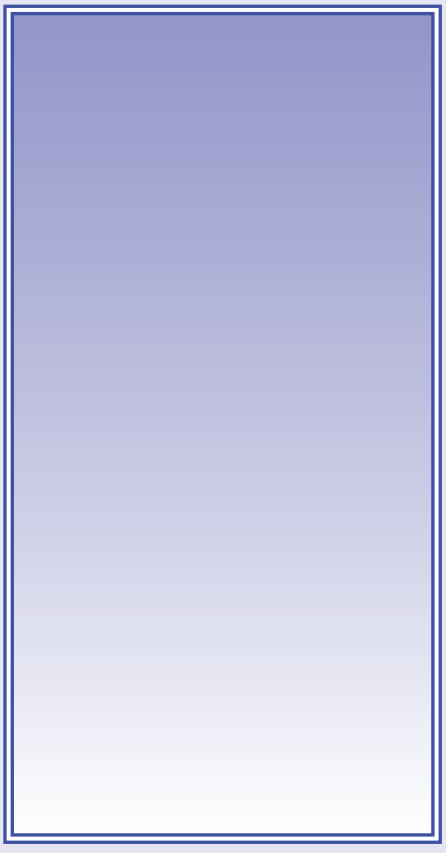
rys. 70.



wadź próby, bo pozwoli ci to nabyć doświadczenia, byś potem potrafił dobrać odpowiedni radiator bez żadnych prób i eksperymentów.

Na koniec zafundowałem ci małą powtórkę i konkurs. A jeśli zechcesz, powrócimy jeszcze do tematu radiatorów na łamach EdW. Napisz do mnie w tej sprawie.

Piotr Górecki



Najpierw wydawało ci się, że znając maksymalne napięcie U_{CE0} i maksymalny prąd kolektora I_{Cmax} obliczysz „moc tranzystora" jako $U_{CE0} \times I_{cmax}$.

Okazało się to nieprawdą. Dla każdego tranzystora podaje się w katalogu maksymalną moc strat Ptot, która jest znacznie mniejsza niż iloczyn $U_{CE0} \times I_{Cmax}$.

Potem już byłeś przekonany, że podawana w katalogu moc Ptot to moc, jaką możesz obciążyć tranzystor w każdych warunkach.

Dla maleńkich tranzystorów małej mocy jest to nawet zbliżone do prawdy (o ile otoczenie ma temperaturę nie przekraczającą +30...+40˚C), ale dla tranzystorów o mocy strat większej niż 1W koniecznie trzeba uwzględnić dodatkowe czynniki. Przy bliższym zbadaniu sprawy okazało się, że w grę wchodzi zjawisko tak zwanego drugiego przebicia, które ogranicza zakres pracy przy dużych napięciach kolektora i znacznych prądach.

Przy jeszcze bliższym przyjrzeniu się problemowi najpoważniejszą barierą okazała się maksymalna temperatura złącza i skuteczność odprowadzania ciepła strat ze złącza do otoczenia. Wiążą się one nierozerwalnie z parametrem zwanym rezystancją termiczną.

W przypadku tranzystorów mocy sprawa dodatkowo się skomplikowała, bo całkowita rezystancja termiczna zależy od kilku czynników, a głównie od parametrów zastosowanego radiatora.

Ponieważ katalogowa moc strat Ptot tranzystorów mocy jest mierzona w warunkach laboratoryjnych przy niemal idealnym chłodzeniu, stało się jasne, że w praktycznym układzie w żaden sposób nie uda ci się „wydusić" z tranzystora mocy katalogowej mocy strat, bo potrzebny byłby idealny radiator.

Ostatecznie wyszło na to, że w realnych warunkach pracy tranzystor mocy może być obciążony mocą wynoszącą około połowy podanej w katalogu wartości Ptot, a i to wymaga zastosowania odpowiedniego radiatora.

Teraz już znasz całą niezbędną teorię i potrafisz obliczać także parametry termiczne. Do pełni szczęścia brakuje ci tylko informacji na temat rezystancji termicznej używanych w praktyce radiatorów. Wartości rezystancji termicznej radiatorów znajdziesz w katalogach dobrych firm wysyłkowych. Możesz także z grubsza oszacować rezystancję termiczną mniejszych radiatorów prostą metodą z kropelką wody.

Mikrokontrolery? To takie proste...

Część 16
Kącik pocztowy 8051

Po dłuższej przerwie, spowodowanej po części wakacjami, zamieszczam dalsze komentarze dotyczące waszych listów, w których poruszacie problematykę opisywaną w serii artykułów o 8051. Dziś kolejna porcja listów oraz dodatkowe sprostowania błędów, które wkradły się do druku podczas tworzenia artykułów klasy mikroprocesorowej. Przedstawiam również kilka nadesłanych rozwiązań zadania dotyczącego zegara czasu rzeczywistego. Na koniec znajdziecie prawdziwy kąsek dla bardziej zaawansowanych studentów klasy mikroprocesorowej mowa będzie mianowicie o dwóch aplikacjach na komputerek edukacyjny, przysłanych do redakcji przez jednego z Czytelników. Jedna z nich pozwoli na programowanie pamięci EEPROM, a druga na programowanie mikrokontrolera 89C2051!

8051 Errare Humanum Est

LIST 1

Zenon Rakoczy z Chropaczowa słusznie zwrócił uwagę na błąd, który wkradł się w program monitora komputerka edukacyjnego, zawartego w pamięci EPROM. Chodzi bowiem o błędne obliczanie sumy kontrolnej w procedurze monitora „SAVE", która dostępna jest pod klawiszem „8" klawiatury komputerka.

W wyniku tego plik utworzony w formacie Intel-HEX z zawartością pamięci RAM komputerka jest nieprawidłowy, a w zasadzie nieprawidłowa jest tylko suma, będąca ostatnim bajtem w każdej linii tego zbioru. O formacie Intel-HEX pisałem w zeszłym roku na łamach bratniego pisma - Elektroniki Praktycznej.

W wyniku braku instrukcji

```
CLR     C
```

w procedurze, przed obliczeniem wspomnianej sumy kontrolnej podczas odejmowania (instrukcja SUBB ...) następuje także niezamierzone odjęcie znacznika przeniesienia C. Kiedy znacznik ten jest równy 0, wszystko jest w porządku, jednak kiedy równa się „1" wtedy obliczona suma kontrolna jest mniejsza o 1 od prawidłowej. Stąd po powtórnym załadowaniu tak utworzonego zbioru Intel-HEX, do komputerka (komenda „LOAD" monitora), wystąpi komunikat „Err", co świadczy o błędzie w linii zbioru.

Przyjrzyjmy się temu bliżej. Otóż w programie monitora obliczanie sumy kontrolnej odbywa się następująco:

```
.....
.....                   ;w zmiennej CRC znajduje się suma (mod 100h)
                        ;wszystkich bajtów rekordu (linii) danych
                        ;teraz nastąpi obliczenie sumy kontrolnej
CLR     A               ;wyzerowanie akumulatora
SUBB    A, CRC          ;obliczenie sumy wg wzoru: suma = 100h – CRC
                        ;ale ze względu na instrukcję SUBB tak naprawdę
                        ;wykonywane jest działanie: suma = 100h – CRC – C
LCALL   SEND            ;i wysłanie sumy przez port szeregowy
.....
```

Jak z tego widać w przypadku gdy znacznik C jest równy „1" suma kontrolna obliczona zostanie nieprawidłowo wg wzoru:

suma = 100h – CRC – 1,

czyli będzie o 1 mniejsza od prawidłowej. Dlatego przed instrukcją odejmowania SUBB należało dodać instrukcję kasującą przypadkowo ustawiony znacznik C.

```
CLR     A
CLR     C               ;brakująca instrukcja
SUBB    A, CRC
LCALL   SEND            ;wysłanie akumulatora – sumy
```

Prawidłową sumę kontrolną można także uzyskać stosując negację logiczną z inkrementacją otrzymanej sumy bajtów rekordu, oto instrukcje:

```
MOV     A, CRC
CPL     C
INC     A
LCALL   SEND            ;wysłanie akumulatora – sumy
```

W dalszej części opisu będę posługiwał się tą metodą obliczenia sumy kontrolnej rekordu danych w zbiorze Intel-HEX.

W związku z tym, że błąd został poprawiony w oprogramowaniu monitora na przełomie maja i czerwca, nabywcy zestawów AVT-2250 z okresu przed tą datą mogą mieć problemy z prawidłowym generowaniem zbiorów HEX przez komputerek. Zenon Rakoczy pyta jak rozwiązać ten problem. Sposobów jest kilka.

ROZWIĄZANIE NR 1

Poniżej zamieszczony jest listing 1 prawidłowej procedury „SAVE", którą można skompilować z dowolnym przesunięciem względem początku zewnętrznej pamięci operacyjnej komputerka, a następnie używać, ładując ją w razie potrzeby tak jak każdy inny program tworzony przez siebie (uruchamiając ją poleceniem „JUMP").

Pogrubioną czcionką zaznaczono linie programu, które obliczają ostatni bajt transmitowanego rekordu danych. W tej procedurze rejestr R6 wykorzystywany jest jako zmienna CRC, o której mówiłem wcześniej. W procedurze wykorzystano dwie dodatkowe podprocedury umieszczone w ciele monitora, a mianowicie „NULLKEY" (adres: 02CDh) oraz procedurę RSTEXT (adres 02DEh) zawarte w pamięci EPROM monitora. Zadaniem pierwszej procedury jest oczekiwanie na zwolnienie klawisza klawiatury, druga procedura przesyła ciąg znaków ASCII tzw. „string" poprzez złącze portu szeregowego komputerka, którego adres jest podany w rejestrze DPTR.

Listing 1

```
 1                CPU     '8052.def'
 2                include 'const.inc'
 3                include 'bios.inc'
 4                ;************************************************
 5                ;Poprawiona procedura wysylania zawartosci RAM
 6                ;komputerka w formacie Intel-HEX
 7                ;wersja relokowalna od adresu 8000h (w ext.RAM)
 8                ;************************************************
 9  8000                  org     8000h
10                ;************************************************
11  8000            SAVEDATA:
12  8000 75786D     mov     DL1,#_5
13  8003 1202CD     lcall   02CDh                   ;adres procedury NULLKEY
14  8006 C2D5       clr     F0                      ;flaga dot. ko¤ca
15  8008 75F005     mov     B,#5
16  800B 7480       mov     A,#80h                  ;#nullkey
17  800D 120295     lcall   DELAY
18
19  8010 1203B9     lcall   GETDPTR
20  8013 C083       push    DPH
21  8015 C082       push    DPL                     ;zachowaj na stosie
22  8017 75F005     mov     B,#5
23  801A 1203B9     lcall   GETDPTR
24  801D A3         inc     DPTR
25  801E 858304     mov     04,DPH
26  8021 858205     mov     05,DPL
27  8024 D003       pop     03
28  8026 D002       pop     02
29  8028 7E00       mov     R6,#0                   ;CRC=0
30
31  802A 1202C5     qwer:   lcall   CONIN
32  802D B40DFA     cjne    A,#klaw_OK,qwer
33
34  8030 8A83       xnowy:  mov     DPH,R2
35  8032 8B82       mov     DPL,R3
36  8034 75F005     mov     B,#5
37  8037 12025F     lcall   DPTR4HEX                ;wypisanie adresu
38
39  803A 743A       mov     A,#':'
40  803C 1202B9     lcall   OUTRS
41  803F 7F10       mov     R7,#10h                 ;16 bajtow danych
42  8041 EF         mov     A,R7
43  8042 FE         mov     R6,A                    ;CRC = liczba bajtow w rekordzie
44  8043 128090     lcall   send                    ;wyslanie liczby bajtów
45  8046 EA         mov     A,R2                    ;zaladowanie adresu MSB
46  8047 128090     lcall   send                    ;i wyslanie go
47  804A EE         mov     A,R6
48  804B 2A         add     A,R2
49  804C FE         mov     R6,A                    ;CRC = CRC + MSB adresu
50  804D EB         mov     A,R3                    ;zaladowanie adresu LSB
51  804E 128090     lcall   send                    ;i wyslanie go
52  8051 EE         mov     A,R6
53  8052 2B         add     A,R3
54  8053 FE         mov     R6,A                    ;CRC = CRC + LSB adresu
55  8054 E4         clr     A
56  8055 128090     lcall   send                    ;wyslanie: 00 – oznacza dane
57  8058 8A83       mov     DPH,R2
58  805A 8B82       mov     DPL,R3
59
60  805C E0         xznow:  movx    A,@DPTR         ;pobranie danej z komorki pamieci RAM
61  805D 128090     lcall   send                    ;i wyslanie jej
62  8060 E0         movx    A,@DPTR                 ;ponowne pobranie tej danej
63  8061 2E         add     A,R6                    ;CRC = CRC + dana
64  8062 FE         mov     R6,A
65  8063 A3         inc     DPTR                    ;zwiekszenie adresu
66
67  8064 AA83       niewp:  mov     R2,DPH          ;i zapamietanie w R2.R3
68  8066 AB82       mov     R3,DPL
69
70  8068 EA         mov     A,R2                    ;porownanie MSB adresu pocz. i konca
71  8069 6C         xrl     A,R4                    ;czy takie same
72  806A 7006       jnz     dlej                    ;nie to skocz dalej (do etyk.'dlej')
73  806C EB         mov     A,R3                    ;porownanie LSB adresu pocz. i konca
74  806D 6D         xrl     A,R5                    ;czy takie same
75  806E 7002       jnz     dlej                    ;nie to skocz dalej (do etyk.'dlej
76  8070 D2D5       setb    F0                      ;flaga ozn. koniec obszaru
77
78  8072 DFE8       dlej:   djnz    R7,xznow        ;nastepny bajt danej z RAM
79  8074 EE         mov     A,R6                    ;zaladowanie CRC
80  8075 F4         cpl     A                       ;i obliczenie reszty wg. wzoru
81  8076 04         inc     A                       ;reszta = 100h – CRC
82  8077 128090     lcall   send                    ;i wyslanie jej
83
84  807A 740D       mov     A,#0Dh                  ;wyslanie...
85  807C 1202B9     lcall   OUTRS                   ;konca...
```

Listing 1, cd.

```
 86   807F 740A          mov      A,#0Ah                  ;wiersza, znaki #13#10...
 87   8081 1202B9        lcall    OUTRS                   ;tzw. eoln
 88   8084 30D5A9        jnb      F0,xnowy                ;jesli nie koniec to nowy rekord
 89
 90   8087 C2D5          clr      F0                      ;jesli koniec to...
 91   8089 90809E        mov      DPTR,#rs_end            ;wyslanie konca pliku ':00000001FF'
 92   808C 1202DE        lcall    02DEh                   ;za  pomoca  dodatkowej  procedury  monitora
RSTEXT
 93   808F 22            ret                              ;i koniec podprogramu
 94                     ;------------------------------
 95   8090 120235        send:    lcall    HEXASCII       ;procedura dodatkowa SEND:
 96   8093 C5F0          xch      A,B                     ;wysyla bajt jako 2 znaki ASCII
 97   8095 1202B9        lcall    OUTRS
 98   8098 E5F0          mov      A,B
 99   809A 1202B9        lcall    OUTRS
100   809D 22            ret
101
102   809E 3A303030
       80A2 30303030
       80A6 3146460D
       80AA 0A00         rs_end   db       ':00000001FF',13,10,0
103                     ;************************************************
104   80AC                        END

  Kompilacja zakonczona pomyslnie!
  Zbior: „sav8000.s03", 172 bajt(ow), 0.3 sekund(y).
```

ROZWIĄZANIE NR 2

Innym sposobem ominięcia tej trudności jest własnoręczne zmodyfikowanie programu monitora umieszczonego w pamięci EPROM. W tym jednak przypadku niezbędny jest dostęp do programatora pamięci EPROM lub posiadanie takiego urządzenia. Kroki, jakie trzeba podjąć w tym przypadku, pozwolą na modyfikację monitora w taki sposób, że naciśnięcie klawisza „8" wywoła potem prawidłową procedurę wysyłania zawartości pamięci RAM poprzez łącze szeregowe komputerka. Oto one.

1. Odczytać programatorem zawartość EPROM komputerka 27C64
2. Korzystając z opcji „Edit" programatora zmodyfikować następujące komórki pamięci spod podanych niżej adresów:

Adres:	Jest:	Ma być:
0701h	91 A9	F1 21
0721h	43 71 24	12 09 00

3. Od adresu 0900h załadować do bufora programatora ww. kod programu zmodyfikowanej procedury SAVE (listing 1) skompilowany od tego adresu, za pomocą dyrektywy kompilatora

ORG 0900h ;zamiast ORG 8000h pozostawiając wcześniejszy – odczytany z EPROM kod programu monitora, bez zmian. Można także zamiast tego przepisać niżej wymienione dane z adresu 0900h do bufora programatora – listing 2.

Łatwiej jest jednak skorzystać z programu kompilatora PASM51.EXE i skompilować listing do postaci akceptowanej przez program obsługi programatora, czyli np. za pomocą instrukcji:

PASM51.EXE <zbior> /h { Enter}

4. Zaprogramować ponownie pamięć EPROM tak zmodyfikowanym kodem monitora (wcześniej należy starą pamięć skasować promieniami ultrafioletowymi, lub posłużyć się inną, czystą kostką 27C64). Można także użyć pamięci EEPROM typu 28C64 (w dalszej części artykułu jeden z czytelników przedstawi prostą przystawkę do komputerka, służącą do programowanie tej pamięci).

W ten sposób otrzymamy poprawiony program monitora, w którym procedura zapisu pamięci RAM komputerka SAVE będzie działać prawidłowo, a wywołanie jej będzie odbywać się tak jak poprzednio – za pomocą klawisza „8" klawiatury komputerka.

Listing 2

```
--------------------------------------------------------------------------------
Adres  Dane
--------------------------------------------------------------------------------
0900   75 78 6D0903   12 02 CD C2 D5 75 F0 05 74 80 12 02 95 12 03 B90913
C0 83 C0 82 75 F0 05 12 03 B9 A3 85 83 04 85 820923   05 D0 03 D0 02 7E 00
12 02 C5 B4 0D FA 8A 83 8B0933   82 75 F0 05 12 02 5F 74 3A 12 02 B9 7F 10
EF FE0943   12 09 90 EA 12 09 90 EE 2A FE EB 12 09 90 EE 2B
0953   FE E4 12 09 90 8A 83 8B 82 E0 12 09 90 E0 2E FE
0963   A3 AA 83 AB 82 EA 6C 70 06 EB 6D 70 02 D2 D5 DF
0973   E8 EE F4 04 12 09 90 74 0D 12 02 B9 74 0A 12 02
0983   B9 30 D5 A9 C2 D5 90 09 9E 12 02 DE 22 12 02 35
0993   C5 F0 12 02 B9 E5 F0 12 02 B9 22 3A 30 30 30 30
09A3   30 30 30 31 46 46 0D 0A 00
```

Podziękowania kieruję także w stronę p. Marka Lewandowskiego, od którego otrzymałem pocztą e-mailową informację o przedstawionym tu błędzie.

LIST 2

Zbigniew Wawryń z Wołowa w swoim liście słusznie zauważył pewną nieścisłość w wyjaśnieniach dotyczących obsługi bufora portu szeregowego – rejestru SBUF, o którym pisałem w kwietniowym numerze EdW na stronie 35 (górna prawa szpalta). Otóż stwierdzenie, że „... rejestr SBUF można adresować także za pomocą metody pośredniej (poprzez rejestr wskaźnikowy @Ri)..." jest oczywiście błędne, bowiem instrukcje operujące na tym wskaźniku z adresem powyżej 7Fh będą oczywiście operowały na górnej części pamięci RAM procesora, dostępnej tylko w kostkach 80C52 i pochodnych (87C52). Jak zapewne przypominacie sobie, w procesorach tych, w odróżnieniu od 80C51, znajduje się dodatkowe 128 bajtów wewnętrznej pamięci RAM umieszczonych pod adresami 80h...FFh. Dostęp do tych komórek jest jednak możliwy tylko za pomocą właśnie adresowania bezpośredniego, czyli poprzez rejestry Ro i R1 przy użyciu instrukcji np.

```
MOV    R1, #90h        ; odczytaj z komórki o adresie 90h
MOV    A,@R1           ; daną i umieść w akumulatorze
```

W przypadku chęci zaadresowania tej komórki za pomocą instrukcji np.

```
MOV    A, 90h
```

do akumulatora zostanie załadowana zawartość rejestru 90h umieszczonego w obszarze SFR procesora, czyli w tym wypadku rejestr portu P1, a nie komórka dodatkowej pamięci RAM. Do adresowania rejestru SBUF należy oczywiście użyć adresowania bezpośredniego, czyli instrukcji np.

```
MOV    A, SBUF         ;załadowanie odebranego znaku
                       do akumulatora
```

Przyznam, że nie wiem co skłoniło mnie do przedstawienia takiego wywodu, bo w kilkuletniej praktyce nigdy nie zastosowałem błędnego adresowania.

Druga uwaga dotyczy niejasnego wywodu dotyczącego omawiania rejestrów odpowiedzialnych za przerwania, zamieszczonego w EdW nr 5/98 str. 38, prawa górna szpalta. Prawdą jest, że priorytet przerwań jest ustawiony fabrycznie i tak np. najwyższy priorytet ma przerwanie od wejścia INT0. *„...Niestety dalsze stwierdzenie, że przerwanie jedno zostanie przerwane przez drugie dlatego, że jest dalsze w kolejności fabrycznie ustalonej, jest błędne. Sztywny priorytet przerwań ma zastosowanie jedynie do rozstrzygania kolejności przerwań jednocześnie nadchodzących. Natomiast do ustalania, które przerwanie może być przerwane przez inne służy tylko rejestr priorytetu IP..."* – koniec cytatu p. Zbigniewa.

Zbigniewie, przeczytawszy kilka razy ten fragment artykułu muszę przyznać, że opisując ten problem za pomocą języka prostego „do granic możliwości", być może sam ugryzłem się w język i ... zamiast napisać to co miałem na myśli, przelałem tę myśl w sposób niewłaściwy. W każdym razie, obydwu nam chodzi o to samo. Ci spośród Czytelników, którzy niewłaściwie, zrozumieli wyjaśnienia proszeni są o zweryfikowanie swoich wiadomości. Postaram się pewne dość skomplikowane dla Was, a jednocześnie oczywiste dla mnie problemy „8051", opisywać bardziej jasno, tak aby nie było wątpliwości.

LIST 3

Pan podpisujący się jako **RYŚ** lat XX, pyta w swoim liście, dlaczego w listingu programu z lekcji 8 str. 46 szpalta 2, linia 74 używam instrukcji

```
ORL     TMOD, #00h
```

która przecież nie zmienia zawartości rejestru TMOD. I faktycznie instrukcja nie wpływa na zawartość rejestru, bowiem jest to logiczne dodać liczbę „0" do rejestru TMOD. W programie instrukcja ta jednak się pojawia, bowiem w praktyce podczas pisania innych aplikacji wykorzystujących np. licznik T1 (lub inny) występuje potrzeba modyfikacji czwórek rejestru TMOD (starszych 4 bitów dla licznika T1, młodszych 4 bitów dla licznika T0) i najpierw należy wyzerować tę czwórkę, którą chcemy zmienić instrukcją ANL, a następnie ustawiamy bity tej czwórki właśnie za pomocą instrukcji ORL. W przykładzie podanym w artykule, do wymaganej pracy licznika T1 nie potrzeba ustawiania żadnego z 4 starszych bitów rejestru TMOD, ale instrukcję w linii 74 wstawiłem domyślnie w celu ukazania, że w innym przypadku wystarczy jej użyć jedynie ze zmodyfikowanym drugim jej argumentem, tak aby uzyskać zamierzony efekt.

Tak więc zastosowanie tej instrukcji ma tylko i wyłącznie znaczenie poznawcze i oczywiście nie wpływa w tym przypadku na zawartość rejestru TMOD.

Aby usunąć swoje wątpliwości, Pan Ryś, samodzielnie napisał program do testowania operacji logicznych, które wykonuje procesor 8051. Gratuluję świetnego pomysłu. Życzę powodzenia przy pisaniu kolejnych programów.

LIST 4

Tomasz Kutyła ze Stalowej Woli zauważył nieścisłości w druku dotyczące obliczeń liczników procesora, zamieszczonych w numerze EdW 5/98 (ach, to chyba naprawdę pechowy numer...!). I tak:

a) na str. 38, szpalta 2, pod rysunkiem rejestru IP w opisie jego bitów dwukrotnie powtórzona została para bitów PX1 i PT1;
b) w lekcji nr 8, str. 45, szpalta 1, wiersz 17 (od dołu) jest
   fz = Fxtal / 12 / 32 = 28000 Hz
   a powinno być oczywiście ...
   28800 Hz!
c) na tej samej stronie i kolumnie, wiersz 6 (od dołu) wydrukowano:
   fz / 128 = 28800 / 256 = 225 (=THimp)
   a powinno być oczywiście:
   fz / 128 = 28800 / 128 = 225 ...itd.
d) na stronie 45, szpalta 2, wiersz 4 (od góry) wydrukowano:
   TH1pocz = TH1max – TH1imp + 1 = 256 – 225 + 1 = 31
   a powinno być oczywiście napisane:
   TH1pocz = TH1max – TH1imp + 1 = 255 – 225 + 1 = 31
e) na stronie 46 w listingu programu po linii 71 – z etykietą START, zabrakło przy okazji inicjacji układu przerwań, instrukcji
   SETB EA ;uaktywnienie systemu przerwań

Program będzie oczywiście działał na komputerku edukacyjnym AVT-2250, bowiem sam monitor komputerka wcześniej wykonuje tę instrukcję i uruchamia system przerwań. Jednak przy pisaniu programów na samodzielne systemy z procesorem 8051 lub podobnymi, nie można zapomnieć o globalnym ich odblokowaniu, po odpowiednim ustawieniu bitów w rejestrze masek przerwań. W przeciwnym wypadku układ będzie przysłowiowo „martwy".

Tak więc wspominana wcześniej instrukcja powinna znaleźć się dla porządku po linii 79, kiedy to ustawione zostały bity maskujące przerwanie od licznika T1 i rejestru priorytetu przerwań.

Tomaszu, dziękuję za te uwagi i ... gratuluję wnikliwej lektury naszych artykułów oraz „dobrego oka".

LIST 5

Marcin Wiązania z Kieleckiego zauważył nieścisłość w lekcji 8 z nr 5/98 EdW str. 44, szpalta 1, wiersz 30 (od dołu). Otóż stwierdzam tam, niesłusznie zresztą, że „... w przypadku wartości rezonatora 11059200 Hz zliczanie 1/100 sekundy byłoby dość kłopotliwe ze względu na to, że wartość tego kwarcu nie dzieli się przez 12 i dodatkowo przez liczbę całkowitą, tak aby dać liczbę 100...". Otóż dzieli się - a tą liczbą, jak słusznie zauważa Marcin, jest przecież: 9261, bo:

11059200 / 12 = 921600,
921600 / 100 = 9216 – szukana liczba całkowita

Stąd wartość początkową licznika T1 można obliczyć następująco:

T1pocz = TH1.TL1 = 65535 – 9216 + 1 = 56320 = DC00h

Przy tej wartości początkowej wpisywanej do licznika za pomocą instrukcji np.

```
MOV     TH1, #0DCh
; olr  TL1, #0 nie jest konieczne!
```

licznik T1 będzie przepełniany dokładnie 100 razy na sekundę, czyli tak jak chcieliśmy.

Pozdrawiam Pana, panie Marcinie.

Rozwiązanie zadania „ZEGAR"

LIST 6

To tyle uwag naszych Czytelników, co do treści lekcji nr 8. W dalszej części artykułu przedstawię najciekawsze rozwiązania zadania z lekcji nr 8, a mianowicie wyposażenie zegara czasu rzeczywistego w dodatkową funkcję wyświetlania daty.

Na szczególną uwagę zasługują rozwiązania dwóch naszych czytelników. Pierwszy list otrzymałem od p. **Marcina Wiązani** z woj. kieleckiego (**listing 3**). Jego program zegara z datownikiem oceniam na 5+, autor bowiem podjął się także kontroli i prawidłowego wyświetlania liczby dni dla każdego miesiąca. Wiemy przecież, że liczba dni różni się w każdym miesiącu, a lutym różnica ta wynosi nawet 3 dni!

Oto fragment listu p. Marcina:

„... Problem ilości dni w każdym miesiącu rozwiązałem za pomocą tabeli stałych z wartościami dni w każdym miesiącu. Jest to rozwiązanie bardzo proste, ale nie uwzględniające lat przestępnych i nie można go zastosować kiedy ograniczona jest ilość pamięci programu..." (to akurat nie jest problemem – przyp. redakcji). „...Po uruchomieniu programu należy najpierw wprowadzić datę w następującej kolejności „dzień" :„miesiąc" : „rok", a następnie godzinę..." (godzinę, minuty i sekundy – przyp. redakcji). „Przełączenia na wyświetlanie daty dokonuje się za pomocą klawisza „1", natomiast z powrotem na godzinę, za pomocą klawisza OK. Klawisz sterujący możemy bardzo łatwo zmienić wprowadzając wartość innego klawisza. Do odczytu klawisza wykorzystałem zmienną „klawisz". Po wprowadzeniu daty, program zgodnie z wprowadzonym miesiącem odczytuje z „tabeli stałych" ilość dni, a następnie umieszcza je w zmiennej „mies". Zmienna „mies" określa w procedurze przerwania ilość dni w danym miesiącu. Próbowałem także, aby data i godzina zmieniała się na przemian po naciśnięciu za każdym razem tego samego przycisku. Lecz nie udało mi się tego osiągnąć nawet po wprowadzeniu małego opóźnienia. Zbyt duże powodowało, że układ wcześniej wchodził do obsługi przerwania, przez co traciłem wartość akumulatora, natomiast zbyt mała wartość powodowała miganie wyświetlacza.

Specjalnie zamieściłem listing programu, a nie jego treść źródłową, bowiem dzięki temu pożytek mają z niego zarówno komputerowcy jak i „ręczniacy".

Program p. Marcina działa bezbłędnie. Radzę zatem spróbować przetestować go na swoim sprzęcie w domowym zaciszu!

Listing 3

```
    1                       CPU     '8052.def'   2
;*******************************************************
    3                   ;Klasa mikroprocesorowa – LEKCJA 8
    4                   ;Program obslugi zegara czasu rzeczywistego
    5                   ;na komputerek edukacyjny AVT-2250
    6                   ;*******************************************************
    7                   ;procedura korzysta z przerwania licznika T1 (tryb 0)
    8                   ;wykorzystywane sa 3 komorki wewn. RAM procesora
    9                   ;zegar liczy: godziny, minuty, sekundy, dni, miesiace i lata
   10                   ;w trybie 24-godzinnym
   11                   ;*******************************************************
   12
   13                   include 'const.inc'
   14                   include 'bios.inc'
   15
   16                   ;Definicje komorek w wewn. RAM procesora
   17                   ;zajmowane przez dane zegara
   18
   19  0060             GODZ       equ      60h              ;licznik godzin
   20  0061             MIN        equ      61h              ;licznik minut
   21  0062             SEK        equ      62h              ;licznik sekund
   22  0064             DDequ      64h                       ;licznik dni
   23  0065             MMequ      65h                       ;licznik miesiecy
   24  0066             RRequ      66h                       ;licznik lat
   25  0067             MIES       equ      67h              ;zmienna ilosci dni w miesiacu
   26  0063             licz128    equ      63h              ;licznik 1/128 sek
   27
   28                   ;Definicje stalych wykorzystywanych w programie
   29
   30  001F             Czest      equ      31               ;wartosc pocz. licznika TH1
   31
   32                   ;*******************************************************
   33                   ;Poczatek kodu programu
   34  8000             org        8000h
   35  8000 02807F        ljmp     START            ;petla glowna od etyk. START
   36                   ;*******************************************************
   37                   ;Wektor przerwania od licznika T1
   38  801B             org        801Bh
   39  801B               intT1:                    ;poczatek proc. przer. T1
   40  801B 758D1F        mov      TH1,#Czest       ;przeladowanie licznika T1
   41  801E 0563          inc      licz128          ;zwiekszenie licznika 1/128sek.
   42  8020 E563          mov      A,licz128
   43  8022 C2E7          clr      Acc.7
   44  8024 7052          jnz      koniecT1
   45  8026 E562          mov      A,SEK
   46  8028 2401          add      A,#1             ;zwiekszanie licznika sekund
   47  802A D4            da       A                ;z korekcja dziesietna
   48  802B F562          mov      SEK,A
   49  802D B46048        cjne     A,#60h,koniecT1  ;czy SEK > 59?, nie to skocz
   50  8030 756200        mov      SEK,#0           ;tak to wyzeruj sekundy i koryguj minuty
   51  8033 E561          mov      A,MIN
   52  8035 2401          add      A,#1             ;zwiekszenie licznika minut
   53  8037 D4            da       A                ;z korekcja dziesietna
   54  8038 F561          mov      MIN,A
   55  803A B4603B        cjne     A,#60h,koniecT1  ;czy MIN > 59?, nie to skocz
   56  803D 756100        mov      MIN,#0           ;tak to zeruj minuty i koryguj godziny
   57  8040 E560          mov      A,GODZ
   58  8042 2401          add      A,#1             ;zwiekszenie licznika minut
   59  8044 D4            da       A                ;z korekcja dziesietna
   60  8045 F560          mov      GODZ,A
   61  8047 B4242E        cjne     A,#24h,koniecT1  ;czy GODZ > 23?, nie to skoc
   62  804A 756000        mov      GODZ,#0          ;tak to zeruj godziny
   63  804D E564          mov      A,DD
   64  804F 2401          add      A,#1             ;zwiekszenie licznika dni
   65  8051 D4            da       A                ;z korekcja dziesietna
   66  8052 F564          mov      DD,A
   67  8054 B56721        cjne     A,MIES,koniecT1  ;czy mies.>ilosc dni, nie to skocz
   68  8057 756401        mov      DD,#1            ;tak to koryguj dni
   69  805A E565          mov      A,MM
   70  805C 2401          add      A,#1             ;zwiekszenie licznika miesiecy
   71  805E C0E0          push     A
   72  8060 90815F        mov      DPTR,#tab_mies   ;pobranie adresu tabeli ilosci dni w mies.
   73  8063 93            movc     A,@A+DPTR        ;wpisanie do A ilosci dni w danym miesiacu
   74  8064 F567          mov      MIES,A           ;a nestepnie przepisanie do zmiennej „MIES"
   75  8066 D0E0          pop      A
   76  8068 D4            da       A                ;korekcja dziesietna miesiecy
   77  8069 F565          mov      MM,A
   78  806B B4130A        cjne     A,#13h,koniecT1  ;czy mies.>12, nie to skocz
   79  806E 756501        mov      MM,#1            ;tak to koryguj miesiace i rok
   80  8071 E566          mov      A,RR
   81  8073 2401          add      A,#1
   82  8075 D4            da       A                ;korekcja dziesietna roku
   83  8076 F566          mov      RR,A
   84  8078               koniecT1:
   85  8078 D082          pop      DPL              ;odtworzenie rejestrow
```

Listing 3, cd.

```
  86  807A D083        pop     DPH             ;ze stosu
  87  807C D0E0        pop     Acc
  88  807E 32          reti
  89                  ;*********************************************************************
  90  807F             START:
  91  807F C28E        clr     TR1             ;licznik T1 stop
  92  8081 53890F      anl     TMOD,#0Fh       ;wyczyszczenie bitow T1
  93  8084 438900      orl     TMOD,#00h       ;T1 jako 16-bitowy (tryb 1)
  94  8087 758D1F      mov     TH1,#Czest      ;zaladowanie licznika
  95  808A 756300      mov     licz128,#0      ;wyzerowanie licznika 1/256sek.
  96  808D 757280      mov     intvec,#80h     ;zaladowanie MSB wektora przerwan
  97  8090 D2AB        setb    ET1             ;odblokowanie przerwania od T1
  98  8092 D2BB        setb    PT1             ;priorytet na to przerwanie
  99  8094
 100  8094 120274      lcall   CLS             ;wyczyszczenie displeja
 101  8097 757840      mov     DL1,#_minus
 102  809A 757940      mov     DL2,#_minus
 103  809D 75F001      mov     B,#1
 104  80A0 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowych dni
 105  80A3 F564        mov     DD,A
 106  80A5 757A40      mov     DL3,#_minus
 107  80A8 757B40      mov     DL4,#_minus
 108  80AB 757C40      mov     DL5,#_minus
 109  80AE 75F004      mov     B,#4
 110  80B1 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowych miesiecy
 111  80B4 F565        mov     MM,A
 112  80B6 757D40      mov     DL6,#_minus
 113  80B9 90815F      mov     DPTR,#tab_mies  ;pobranie z tabeli ilosci dni zaleznej
 114  80BC 93          movc    A,@A+DPTR       ;od wpisanego miesiaca
 115  80BD F567        mov     MIES,A
 116  80BF 757E40      mov     DL7,#_minus
 117  80C2 757F40      mov     DL8,#_minus
 118  80C5 75F007      mov     B,#7
 119  80C8 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowego roku
 120  80CB F566        mov     RR,A
 121  80CD 120274      lcall   CLS             ;wyczyszczenie displeja
 122  80D0 757840      mov     DL1,#_minus
 123  80D3 757940      mov     DL2,#_minus
 124  80D6 75F001      mov     B,#1
 125  80D9 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowej godziny
 126  80DC F560        mov     GODZ,A
 127  80DE 757B40      mov     DL4,#_minus
 128  80E1 757C40      mov     DL5,#_minus
 129  80E4 75F004      mov     B,#4
 130  80E7 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowej minuty
 131  80EA F561        mov     MIN,A
 132  80EC 757E40      mov     DL7,#_minus
 133  80EF 757F40      mov     DL8,#_minus
 134  80F2 75F007      mov     B,#7
 135  80F5 1203A7      lcall   GETACC          ;pobranie poczatkowej sekundy
 136  80F8 F562        mov     SEK,A
 137  80FA 757A40      mov     DL3,#_minus     ;zapalenie kresek w postaci
 138  80FD 757D40      mov     DL6,#_minus     ;GG-MM-SS (godzina wprowadzona!)
 139  8100 74FA        mov     A,#250
 140  8102 120295      lcall   DELAY           ;odczekanie ok. 0,5 sekundy
 141  8105 1202C5      lcall   CONIN           ;czekanie na start zegara (klawisz)
 142  8108 D28E        setb    TR1             ;start licznika (zegara)
 143  810A             pokaz:
 144  810A E576        mov     A,klawisz       ;wpisanie zawartosci bufora klawisz do A
 145  810C B43102      cjne    A,#'1',zegar    ;jezeli A rozne od 1 to skocz
 146  810F 802D        sjmp    data            ;a jezeli rowne, to kolejny rozkaz
 147  8111 E563        zegar:  mov     A,licz128
 148  8113 30E608      jnb     Acc.6,pelne     ;co 1/2 sekundy pokazuj na zmiane
 149  8116 757A00      mov     DL3,#0          ;puste DL3 i DL4
 150  8119 757D00      mov     DL6,#0
 151  811C 8006        sjmp    czas
 152  811E 757A40      pelne:  mov     DL3,#_minus     ;i kreski na DL3 i DL6
 153  8121 757D40      mov     DL6,#_minus
 154  8124             czas:
 155  8124 E560        mov     A,GODZ
 156  8126 75F001      mov     B,#1            ;na DL1.DL2
 157  8129 12024E      lcall   A2HEX           ;wypisz godziny
 158  812C E561        mov     A,MIN
 159  812E 75F004      mov     B,#4            ;na DL4.DL5
 160  8131 12024E      lcall   A2HEX           ;wypisz minuty
 161  8134 E562        mov     A,SEK
 162  8136 75F007      mov     B,#7            ;na DL7.DL8
 163  8139 12024E      lcall   A2HEX           ;wypisz na wyswietlacz
 164  813C 80CC        sjmp    pokaz           ; i od poczatku
 165  813E             data:
 166  813E E576        mov     A,klawisz       ;przepisanie bufora klawisz do A
 167  8140 B40D02      cjne    A,#klaw_OK,wypisz;jezeli A rozne od klaw_OK to skocz
 168  8143 80C5        sjmp    pokaz           ;jezeli rowne, to wykon. kolejny rozkaz
 169  8145 E564        wypisz: mov     A,DD
 170  8147 75F001      mov     B,#1            ;na DL1.DL2
```

```
171  814A 12024E       lcall    A2HEX            ;wypisz dni
172  814D E565         mov      A,MM
173  814F 75F004       mov      B,#4             ;na DL4.DL5
174  8152 12024E       lcall    A2HEX            ;wypisz miesiace
175  8155 E566         mov      A,RR
176  8157 75F007       mov      B,#7             ;na DL7.DL8
177  815A 12024E       lcall    A2HEX            ;wypisz na wyswietlacz rok
178  815D 80DF         sjmp     data             ; i od poczatku
179
180  815F 00322932
     8163 313231       tab_mies db      00h,32h,29h,32h,31h,32h,31h       ;tablica dni w
181  8166 32323100
     816A 000000               db      32h,32h,31h,00h,00h,00h,00h
182  816D 00003231
     8171 32                   db      00h,00h,32h,31h,32h       ;kolejnych miesiacach
183  8172                      END

  Kompilacja zakonczona pomyslnie!
  Zbior: „lekcja8a.s03”, 346 bajt(ow), 0.4 sekund(y).
```

LIST 7

Na zakończenie list od **Piotra Konopko** z Łomży, który także przesyła rozwiązanie problemu zadania z lekcji 8 oraz dodatkowy listing wersji zegara wyświetlającego setne części sekundy. Piotr pisze...

„... mam 19 lat i skończyłem właśnie technikum elektroniczne i szykuję się na studia. Chciałbym serdecznie Panu podziękować za prowadzony na łamach EdW kurs programowania 8051. Do niedawna byłem, jak to się mówi, zielony na temat mikrokontrolerów, ale dzięki Panu i EdW szybko przyswoiłem podstawy 8051. Z lekcji na lekcję odnoszę coraz większe sukcesy. Muszę Panu także powiedzieć, że wiedza, jaką zdobyłem na kursie, szybko przyniosła mi sukces w szkole. Na zajęciach z programowania sterowników mikroprocesorowych nie miałem żadnych problemów. Mimo nieco innych rozkazów i budowy sterowników założenia są takie same...” (ciekaw jestem jakiego rodzaju sterowniki Pan programuje w szkole? – przypis redakcji). „ Dzięki temu, że poznałem zasady działania 8051, czułem tzw. „bluesa”. Wielka uniwersalność mikrokontrolerów, o jakiej pisał Pan na początku klasy mikroprocesorowej, w moim przypadku dała o sobie znać bardzo szybko. (...)

„Na zakończenie chciałbym stwierdzić, że klasa prowadzona jest perfekcyjnie. Żaden belfer w dotychczasowej mojej edukacji nie uczył mnie tak szybko i sprawnie jak Pan. Jeszcze raz Panu i całej redakcji EdW serdecznie dziękuję...”.

Bardzo dziękuję za te ciepłe słowa, szczególnie po lekturze pechowego odcinka klasy mikroprocesorowej z nr 5/98. Jestem rad, że tak wielu z Was odnosi pierwsze sukcesy w programowaniu kontrolerów 8051 i to dzięki cyklowi moich artykułów w EdW.

W nawiązaniu do listu p. Piotra zamieszczam listing jego programu – zegara z wyświetlaniem setnych części sekundy, zgodnie z zasadami opisanymi przy okazji omawiania listu 5. I chociaż program Piotra pracują znakomicie, to zwracam uwagę Panu i wszystkim początkującym programistom na dobrą zasadę umieszczania jak największej liczby komentarzy w programach źródłowych. Jak sami się bowiem przekonacie, ich brak często utrudnia, lub wręcz uniemożliwia analizę programu (a nawet jego rozpoznanie) po pewnym czasie.

Oto listing programu zegara ze zliczaniem setnych części sekundy z kwarcem 11059200 Hz **(listing 4)**.

Postarajcie się, Drodzy Czytelnicy, przeanalizować nie komentowany program p. Piotra i uzupełnić go o komentarze. Z pewnością zrozumienie obcego kodu źródłowego, w dodatku bez komentarzy, będzie pouczającą lekcją dla każdego zapaleńca procesorów 8051 i nie tylko.

Na zakończenie korespondencji od p. Piotra Konopko przytaczam dodatkowy listing programu zamka szyfrowego (**listing 5**), który to p. Piotr wykonał samodzielnie jako swój pierwszy program na 8051. Pomimo braku komentarzy i z trochę zagmatwanej obsługi, program ten zasługuje na wyróżnienie i pochwałę, ze względu na swoją prostotę i funkcjonalność, a przede wszystkim za to, że program „działa” i potrafi sterować dołączonym do portu P1.0 układem załączania rygla. Zanim przejdę do prezentacji listingu programu zamka szyfrowego, posłuchajmy opisu sposobu użytkowania i działania programu. P. Piotr pisze w swoim liście:

Listing 4

```
 1                CPU  8052.def    2    include   ‘const.inc’
 3                  include   ‘bios.inc’
 4
 5  0060             godz               equ      60h
 6  0061             min                equ      61h
 7  0062             sek                equ      62h
 8  0063             licz128    equ     63h
 9  00DC             czest      equ     DCh
10
11  8000                                org      8000h
12  8000 028056                         ljmp     start
13  801B                                org      801Bh
14  801B             intt1:
15  801B 758DDC                         mov      TH1,#czest
16  801E E563                           mov      A,licz128
17  8020 2401                           add      A,#1
18  8022 D4                             da       a
19  8023 F563                           mov      licz128,a
20  8025 B40027                         cjne     A,#0h,koniec
21  8028 E562                           mov      A,sek
22  802A 2401                           add      A,#1
23  802C D4                             da       a
24  802D F562                           mov      sek,a
25  802F B4601D                         cjne     A,#60h,koniec
26  8032 756200                         mov      sek,#0
27  8035 E561                           mov      A,min
28  8037 2401                           add      A,#1
29  8039 D4                             da       a
30  803A F561                           mov      min,a
31  803C B46010                         cjne     A,#60h,koniec
32  803F 756100                         mov      min,#0
33  8042 E560                           mov      A,godz
34  8044 2401                           add      A,#1
35  8046 D4                             da       a
36  8047 F560                           mov      godz,a
37  8049 B42403                         cjne     A,#24h,koniec
38  804C 756000                         mov      godz,#0
39  804F             koniec:
40  804F D082                           pop      dpl
41  8051 D083                           pop      dph
42  8053 D0E0                           pop      acc
43  8055 32                             reti
44
45  8056             start:
46  8056 C28E                           clr      TR1
47  8058 53890F                         anl      TMOD,#0fh
48  805B 438910                         orl      TMOD,#10h
49  805E 758DDC                         mov      TH1,#czest
50  8061 756300                         mov      licz128,#0
51  8064 757280                         mov      intvec,#80h
52  8067 D2AB                           setb     ET1
53  8069 D2BB                           setb     PT1
54  806B 120274                         lcall    CLS
55
56  806E 757840                         mov      DL1,#_minus
57  8071 757940                         mov      DL2,#_minus
58  8074 75F001                         mov      B,#1
59  8077 1203A7                         lcall    GETACC
60  807A F560                           mov      godz,a
61  807C 757A40                         mov      DL3,#_minus
62  807F 757B40                         mov      DL4,#_minus
```

„...Po załadowaniu programu pojawi się napis „HASLO". Na początku brak jest wprowadzonego hasła, dlatego należy wcisnąć klawisz OK., potwierdzający. Pojawi się wtedy napis „YES", świadczący o prawidłowym haśle. Następnie ponownie wciskamy klawisz OK. w celu wprowadzenia nowego hasła. Zostanie wyświetlony napis „NEU" (nowy) po którym to możemy wprowadzić nowy szyfr (liczba cyfr zależy od wielkości wolnych komórek w wewnętrznej RAM powyżej adresu 22h). Hasło potwierdzamy klawiszem OK. Teraz układ jest zaszyfrowany, a na wyświetlaczu widnieje napis „HASLO". Aby teraz móc sterować wyjściem zamka (w moim przypadku jest to P1.0), należy podać prawidłowy szyfr. Pięciokrotne wprowadzenie błędnego hasła blokuje zamek, uniemożliwiając dalsze manipulacje. Źle wprowadzony kod sygnalizowany jest napisem „Error". Po wprowadzeniu właściwego hasła zatwierdzamy je klawiszem OK. Wówczas mamy 2 możliwości: albo możemy odblokować wyjście (P1.0) naciskając dowolny klawisz oprócz OK. i M, lub możemy wprowadzić nowe hasło wciskając klawisz OK. Przez cały czas odblokowania zamka wyświetlany jest napis „YES".

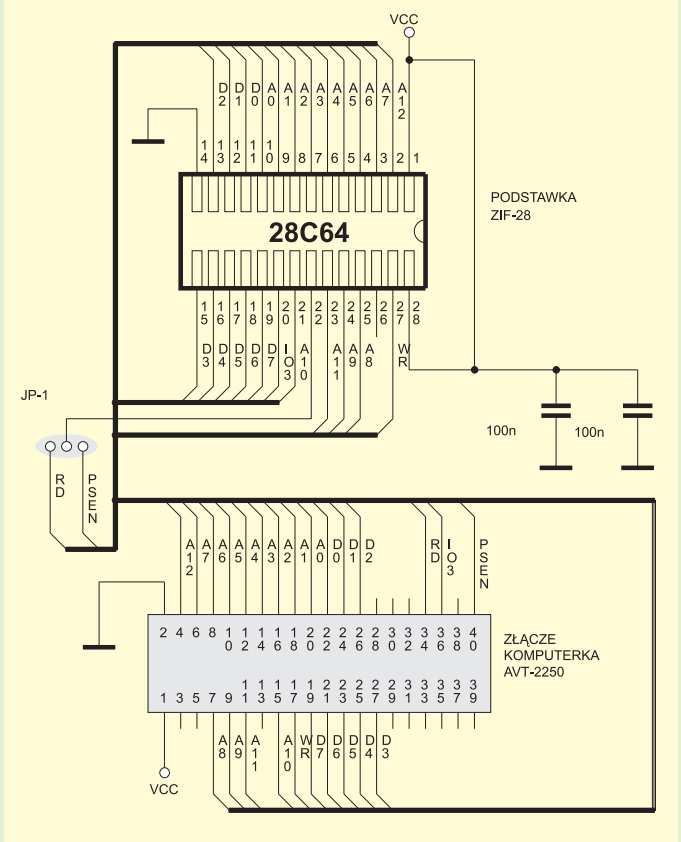
W celu ponownej aktywacji zamka wystarczy wcisnąć klawisz OK. Blokada automatycznie zostanie uaktywniona, a na wyświetlaczu ponownie zaświeci się napis HASLO..."

Brawo Piotrze!, życzę dalszych sukcesów i wielu ciekawych pomysłów na programy na 8051.

Na zakończenie naszej rubryki prezentuję prawdziwy „hit" tego numeru, mianowicie projekty: programatora pamięci EEPROM typu 28C64 (kompatybilna z 27C64, z tym że programowana i kasowana elektrycznie) oraz programatora mikroprocesora 89C2051 (który jest ograniczoną wersją procesora 87C51) w postaci przystawki do komputerka edukacyjnego AVT-2250. Projekt ten wykonał p. Tadeusz Kałuża z Podłęża (woj. krakowskie). Brawo panie Tadeuszu!. Oto list:

*„...Jestem 40-letnim ręczniakiem, zajmującym się amatorsko elektroniką. Analizując budowę komputerka edukacyjnego oraz uczestnicząc w prowadzonym przez Pana kursie programowania mikrokontrolerów jednoukładowych, doszedłem do wniosku, że funkcja edukacyjna dla komputerka to mało i wykonałem dwie proste przystawki, które jak uważam zdecydowanie zwiększają jego atrakcyjność. Pierwsza przystawka jest bardzo prosta i służy do programowania pamięci typu EEPROM np. 28C64. Przystawka ta składa się z zaciskowej podstawki podłączonej do łącza systemowego komputerka w sposób uwidoczniony na schemacie (**rysunek 1**).*

Rys. 1. Schemat przystawki programującej pamięć EEPROM 28C64



Listing 4, cd.

```
63   8082 75F003              mov     B,#3
64   8085 1203A7              lcall   GETACC
65   8088 F561                mov     min,a
66   808A 757C40              mov     DL5,#_minus
67   808D 757D40              mov     DL6,#_minus
68   8090 75F005              mov     B,#5
69   8093 1203A7              lcall   GETACC
70   8096 F562                mov     sek,a
71   8098 74FA                mov     A,#250
72   809A 120295              lcall   DELAY
73   809D 1202C5              lcall   CONIN
74   80A0 D28E                setb    TR1
75   80A2              czas:
76   80A2 E560                mov     A,godz
77   80A4 75F001              mov     B,#1
78   80A7 12024E              lcall   A2HEX
79   80AA E561                mov     A,min
80   80AC 75F003              mov     B,#3
81   80AF 12024E              lcall   A2HEX
82   80B2 E562                mov     A,sek
83   80B4 75F005              mov     B,#5
84   80B7 12024E              lcall   A2HEX
85   80BA E563                mov     A,licz128
86   80BC 75F007              mov     B,#7
87   80BF 12024E              lcall   A2HEX
88   80C2 80DE                sjmp    czas
89
90   80C4                        END

Kompilacja zakonczona pomyslnie!
Zbior: „zegar_2.s03", 172 bajt(ow), 0.3 sekund(y).
```

Kod programu wpisany do komputerka wygląda następująco:

```
START:
90 C0 00
E0
C0 83
53 83 9F
F0
D0 83
A3
74 02
12 02 95
75 F0 03
12 02 5F
74 E0
B5 83 E6
02 00 00
KONIEC
```

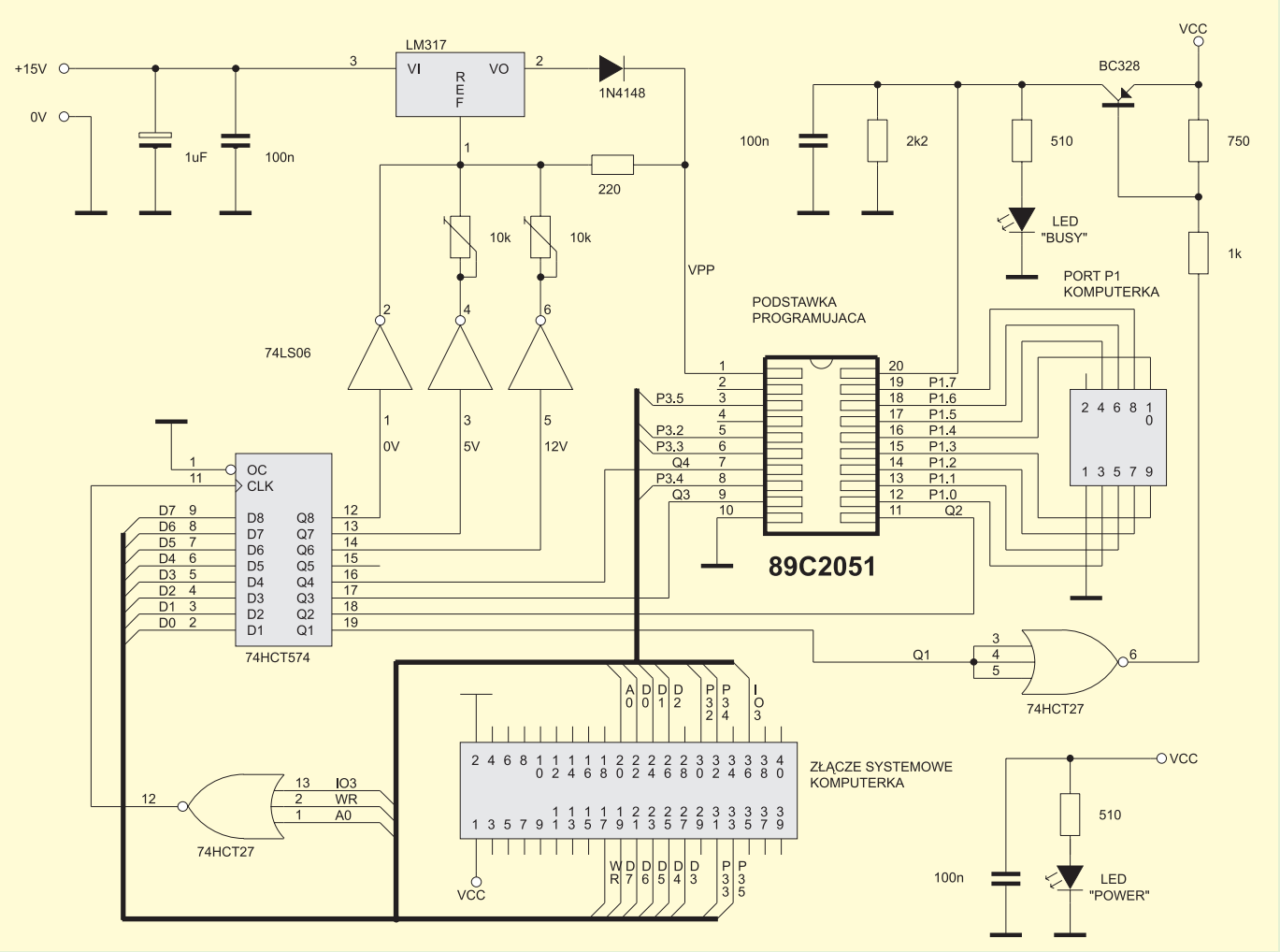
Po podłączeniu przystawki w komputerku JUMPER JP-3 należy ustawić na poz. C000h, a program wpisać w wolnym obszarze pamięci programu U3 lub w końcowym fragmencie aktywnego obszaru pamięci U4. Proces programowania rozpoczyna się wywołaniem wpisanego programu funkcją „JUMP" i powoduje przekopiowanie danych z obszaru adresowego C000h – DFFFh do programowanej pamięci, jednocześnie wyświetlając aktualny stan rejestru DPTR (czyli adresu aktualnie programowanej komórki – przyp. redakcji).

*Następna przystawka jest bardziej złożona i służy do programowania mikrokontrolerów typu AT89C2051 firmy Atmel. Przy jej wykonaniu wzorowałem się na pańskich projektach AVT-320 i AVT-2250. Schemat tej przystawki przedstawia rysunek (**rysunek 2**).*

*Program uruchamiający przystawkę najlepiej wpisać w wolny obszar pamięci U3 komputerka (ostatecznie może być zapisany w pamięci U4 w obszarze adresowym D000h – DFFFh). Jumper JP-3 należy ustawić w pozycji C000h. Wywołanie programu funkcją „JUMP" powoduje ustawienie wszystkich istotnych w programowaniu wyprowadzeń podstawki w stan niski, a następnie oczekuje na naciśnięcie odpowiedniego klawisza w celu wywołania pożądanej procedury. W tym też czasie należy włożyć w podstawkę procesor 89C2051. Kod programu przedstawia **listing 6**.*

Wywołanie programu powoduje wyświetlanie sekwencji – P1. 02. C3. i oczekuje na naciśnięcie następujących klawiszy :

klawisz (1) – programowanie – odczyt, powoduje wpisanie do pamięci programowanego mikroprocesora danych umieszczonych w pamięci



Rys. 2. Schemat przystawki programującej procesor 89C2051 (89C1051)

Listing 5

```
 1                      CPU  8052.def
 2
 3                                 include 'CONST.INC'
 4                                 include 'BIOS.INC'
 5  8000                          org     8000h
 6  8000 7A00                     mov     R2,#00h
 7  8002 752000                   mov     20h,#00h
 8  8005 752100                   mov     21h,#00h
 9
10  8008                  poczatek:
11  8008 120274                   lcall   cls
12  800B 75F002                   mov     B,#2
13  800E 9080E1                   mov     dptr,#tablica
14  8011 120285                   lcall   text
15  8014 7878                     mov     R0,#78h
16  8016 7922                     mov     R1,#22h
17  8018                  skok10:
18  8018 1280DB                   lcall   wait
19  801B 1202C5                   lcall   conin
20  801E E576                     mov     A,76h
21  8020 B40D37                   cjne    A,#13,skokpom2
22  8023 E520                     mov     A,20h
23  8025 6521                     xrl     A,21h
24  8027 704F                     jnz     skok2
25  8029 120274                   lcall   cls
26  802C 757B6E                   mov     dl4,#_Y
27  802F 757C79                   mov     dl5,#_E
28  8032 757D6D                   mov     dl6,#_5
29  8035 7878                     mov     R0,#78h
30  8037 7922                     mov     R1,#22h
31  8039 1280DB                   lcall   wait
32  803C 1202C5                   lcall   conin
33  803F E576                     mov     A,76h
34  8041 B40D55                   cjne    A,#13,skok3
35  8044 757B54                   mov     dl4,#_n
36  8047 757C79                   mov     dl5,#_E
37  804A 757D3E                   mov     dl6,#_U
38  804D                  skok5:
39  804D 1280DB                   lcall   wait
40  8050 1202C5                   lcall   conin
41  8053 E576                     mov     A,76h
42  8055 B40D05                   cjne    A,#13,skok4
43  8058 80AE                     sjmp    poczatek
44  805A                  skokpom2:
45  805A 0280B0                   ljmp    skok1
46  805D                  skok4:
47  805D F7                       mov     @R1,A
48  805E C000                     push    00h
49  8060 E578                     mov     A,dl1
50  8062 B40003                   cjne    A,#0,skok6
51  8065 120274                   lcall   cls
52  8068                  skok6:
53  8068 D000                     pop     0h
54  806A 09                       inc     R1
55  806B 0520                     inc     20h
56  806D B88002                   cjne    R0,#80h,skok9
57  8070 80DB                     sjmp    skok5
58  8072                  skok9:
59  8072 7440                     mov     A,#_minus
60  8074 F6                       mov     @R0,A
61  8075 08                       inc     R0
62  8076 80D5                     sjmp    skok5
63  8078                  skok2:
64  8078 120274                   lcall   cls
65  807B 757979                   mov     dl2,#_E
66  807E 757A50                   mov     dl3,#_r
67  8081 757B50                   mov     dl4,#_r
68  8084 757C3F                   mov     dl5,#_0
```

Listing 5, cd.

```
 69  8087 757D50              mov       dl6,#_r
 70  808A 1280DB              lcall     wait
 71  808D 1202C5              lcall     conin
 72  8090 0A                   inc       R2
 73  8091 752100              mov       21h,#00
 74  8094             skok7:
 75  8094 BA0550              cjne      R2,#5,skokpom
 76  8097 80FB                sjmp      skok7
 77  8099             skok3:
 78  8099 C290                clr       90h      ;clr P1
 79  809B 1280DB              lcall     wait
 80  809E 1202C5              lcall     conin
 81  80A1 E576                mov       A,76h
 82  80A3 B40DF3              cjne      A,#13,skok3
 83  80A6 7A00                mov       R2,#00h
 84  80A8 752100              mov       21h,#00h
 85  80AB D290                setb      90h
 86  80AD 028008              ljmp      poczatek
 87  80B0             skok1:
 88  80B0 67                  xrl       A,@R1
 89  80B1 701C                jnz       skok8
 90  80B3 0521                inc       21h
 91  80B5 09                   inc       R1
 92  80B6 B88003              cjne      R0,#80h,skok11
 93  80B9 028018              ljmp      skok10
 94  80BC             skok11:
 95  80BC C000                push      00h
 96  80BE E578                mov       A,dl1
 97  80C0 B40003              cjne      A,#0,skok12
 98  80C3 120274              lcall     cls
 99  80C6             skok12:
100  80C6 D000                pop       0h
101  80C8 7440                mov       A,#_minus
102  80CA F6                  mov       @R0,a
103  80CB 08                   inc       R0
104  80CC 028018              ljmp      skok10
105  80CF             skok8:
106  80CF 740D                mov       A,#13
107  80D1 2521                add       A,21h
108  80D3 F521                mov       21h,A
109  80D5 B880E4              cjne      R0,#80h,skok11
110  80D8 028018              ljmp      skok10
111  80DB             wait:
112  80DB 74FF                mov       A,#255
113  80DD 120295              lcall     delay
114  80E0 22                   ret
115
116  80E1 76776D38
      80E5 3F00          tablica db _H,_A,_5,_L,_0,0
117  80E7             skokpom:
118  80E7 028008              ljmp poczatek
119
120  80EA                        END

    Kompilacja zakonczona pomyslnie!
    Zbior: „szyfr.s03”, 234 bajt(ow), 0.3 sekund(y).
```

U4 w obszarze adresowym C000h ... C7FFh oraz kontrolny odczyt do obszaru adresowego C800h ... CFFFh;

klawisz (2) – odczyt – kopiowanie pamięci programu mikroprocesora do obszaru adresowego C800h ... CFFFh w pamięci U4;

klawisz (3) – kasowanie pamięci programu mikroprocesora;

zakończenie każdej procedury m sygnalizowane jest na wyświetlaczu komputerka i wtedy można wyjąć z podstawki mikroprocesor lub klawiszem (0) powrócić do miejsca wywołania procedur.

Opisane programy umieściłem w prosty sposób w pamięci U3 mojego komputerka, wykorzystując przystawkę do programowania pamięci 28C64 oraz prosty programik odczytu monitora.

Jeszcze raz dziękuję za wspaniałą zabawę, serdecznie pozdrawiam Pana i cały zespół redakcyjny EdW ...”.

Tym z Czytelników, którzy mają wątpliwości skąd wziąć te dane do programowania, wyjaśniam, że można je oczywiście załadować przed uruchomieniem programu przystawki programatora z komputera za pomocą instrukcji monitora „LOAD”, lub wpisać ręcznie (ręczniacy) za pomocą polecenia „EDIT” programu monitora.

Jeszcze raz brawa dla Pana, panie Tadeuszu, nie tylko za pomysł, ale i za wytrwałość w stworzeniu dość długiego, jak na ręczniaka, programu. Szkoda, że nie przysłał nam Pan komentarzy dotyczących swoich listingów. Proponuję Czytelnikom uzupełnienie tego samodzielnie i przeanalizowanie programu na poziomie mnemoników procesora 8051. Przekonajcie się, że proces tłumaczenia kodu maszynowego na źródłowy nie jest taki trudny. Tak a propos, to tłumaczenie nazywa się fachowo disasemblacją (operacja odwrotna do asemblacji, czyli tłumaczenia kodu źródłowego na maszynowy).

Wszystkim Autorom listów serdecznie dziękuję za wspaniałe pomysły i uwagi dotyczące moich artykułów, zaś pozostałym Czytelnikom życzę wielu ciekawych pomysłów. Piszcie do mnie!

Sławomir Surowiński

Listing 6

```
START:
Adres      Dane
x8B0       75 90 00 (*)
x8B3       C2 B2
x8B5       C2 B3
x8B7       C2 B4
x8B9       90 80 00
x8BC       74 80
x8BE       F0
x8BF       12 02 74
x8C2       75 78 F3
x8C5       75 79 06
x8C8       75 7B BF
x8CB       75 7C 5B
x8CE       75 7E B9
x8D1       75 7F 4F
x8D4       12 02 C5
x8D7       B4 31 03
x8DA       02 x8 E9  (*)
x8DD       B4 32 03
x8E0       02 x9 62  (*)
x8E3       B4 33 EE
x8E6       02 x9 70  (*)
PROGRAMOWANIE:
x8E9       12 02 74
x8EC       75 78 F5
x8EF       12 x9 AD  (*)
x8F2       D2 B4
x8F4       74 47
x8F6       F0
x8F7       75 90 FF
x8FA       74 27
x8FC       F0
x8FD       90 C0 00
x900       F5 90
x903       C2 B3
x905       00 00
x907       D2 B3
x909       A3
x90A       75 F0 05
x90D       12 02 5F
x910       74 02
x912       12 02 95
x915       D2 B2
x917       C2 B2
x919       74 C8
x91B       B5 83 E2
x91E       90 80 00
x921       74 47
x923       F0
x924       75 90 FF
x927       90 C8 00
x92A       C2 B4
x92C       00 00
x92E       E5 90
x930       D2 B4
x932       F0
x933       75 F0 05
x936       12 02 5F
x939       D2 B2
x93B       C2 B2
x93D       A3
x93E       74 D0
x940       B5 83 07
x943       90 80 00
x946       74 87
x948       E0
x949       C2 B3
x94B       C2 B4
x94D       75 90 00
x950       74 80
x952       F0
x953       75 79 3F
x956       75 7A DC
x959       12 02 C5
x95C       B4 30 FA
x95F       02 x8 B0  (*)

(*) – „x” pierwsza cyfra
  ustalonego adresu

ODCZYT:
x962       12 02 74
x965       75 79 3F
x968       12 x9 AD  (*)
x96B       D2 B4
x96D       02 x9 21  (*)
KASOWANIE:
x970       12 02 74
x973       75 78 B9
x976       12 x9 AD  (*)
x979       74 49
x97B       F0
x97C       75 90 FF
x97F       74 29
x981       F0
x982       00 00 00
x985       C2 B3
x987       74 0A
x989       12 02 95
x98C       D2 B3
x98E       74 0A
x990       12 02 95
x993       74 49
x995       F0
x996       C2 B3
x998       74 81
x99A       F0
x99B       75 90 00
x99E       74 80
x9A0       F0
x9A1       75 79 DC
x9A4       12 02 C5
x9A7       B4 30 FA
x9AA       02 x8 B0  (*)
x9AD       74 81
x9AF       F0
x9B0       74 0A
x9B2       12 02 95
x9B5       74 41
x9B7       F0
x9B8       D2 B3
x9BA       22

KONIEC
```

Katalog tranzystorów bipolarnych

Typ	Polaryzacja	Obudowa	Rysunek obudowy	V_{CBmax}	V_{CEmax}	V_{EBmax}	I_{Cmax}	T_{jmax} [°C]	P_{tot}^{*}	F_T [MHz]	C_{OBmax}	h_{FE}	przy I_C	Najbliższe odpowiedniki
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2N2219	NPN	TO5	A02	60V	30V	5V	800mA	175	800mWP	250M	8pF	100min	150mA	BSW54 2N2219A
2N2219A	NPN	TO5	A02	75V	50V	6V	800mA	175	800mWP	300M	8pF	100min	150mA	BSW54 2N2219A
2N2222	NPN	TO18	A01	60V	30V	5V	800mA	175	500mWP	250M	8pF	100min	150mA	BSW64 2N2222A
2N2337	PNP	TO18	A01	50V	35V	50V	100mA	200	150mWP	1M	20pF	-	-	BCY94 2N6567
2N2369	NPN	TO18	A01	40V	15V	4V	500mA	175	360mWP	500M	4pF	40/120	10mA	BSX20 2N2369
2N2905	PNP	TO5	A02	60V	40V	5V	600mA	200	600mWP	200M	8pF	100min	150mA	BFX30 2N2905A
2N2906	PNP	TO18	A01	60V	40V	5V	600mA	200	400mWP	200M	8pF	40/120	150mA	BSW24 2N2907A
2N2907	PNP	TO18	A01	60V	40V	5V	600mA	200	400MW	200M	8pF	100min	150mA	BSW24 2N2907A
2N2955	PNP GE	TO18	A01	40V	25V	3V	100mA	100	300mWP	200M	4pF	20/60	50mA	ASZ21
2N3055	NPN	TO3	A03	100V	60V	7V	15A	200	115WO	200K	-	20/70	4A	BDY20
2N3440	NPN	TO5	A02	300V	250V	7V	1A	200	1WP	15M	10pF	40/160	40mA	BUY60 2N3439
2N3553	NPN	TO39	A02	65V	40V	4V	1A	200	7WO	250M	10pF	10min	250mA	-
2N3773	NPN	TO3	A03	160V	140V	7V	30A	200	150WO	200K	-	15/60	8A	BDX50 2N3773
2N5038	NPN	TO3	A03	120V	90V	-	20A	200	140WO	60M	-	20/100	12A	2N5038
2N5401	PNP	TO92	A07	160V	150V	5V	600mA	135	310mWP	100M	6pF	60/240	10mA	-
2N5416	PNP	TO39	A02	350V	300V	6V	1A	200	10WO	15M	15pF	30/120	50mA	BFT19B
2N5878	NPN	TO3	A03	80V	80V	5V	10A	200	150WO	4M	300pF	20/100	4A	BDY24 2N3448
2N6052	PNP	TO3	A03	100V	100V	5V	12A	200	150WO	4M	500pF	750min	6A	-
2N6099	NPN	TO220	A15	70V	60V	8V	10A	150	75WO	-	-	20/80	4A	BDX73 2N6101
2N6107	PNP	TO220	A15	80V	70V	5V	7A	150	40WP	500K	-	30/150	2A	BDX78 2N6134
2N6121	NPN	TO220	A15	45V	45V	5V	4A	150	40WO	2M	-	25/100	1500mA	BD589 2N6123
2N6292	NPN	TO220	A15	80V	80V	5V	7A	150	40WO	500K	-	30/150	2A	BD589 2N6123
2N6487	NPN	TO220	A15	70V	60V	5V	15A	150	75WO	5M	-	20/150	5A	BDX72 2N6488
2N6488	NPN	TO220	A15	90V	80V	5V	15A	150	75WO	5M	-	20/100	5A	BDX72 2N6488
2N6491	PNP	TO220	A15	90V	80V	5V	15A	150	75WO	5M	-	20/150	5A	2N6491
2SA1013	PNP	TO92	A12	160V	160V	6V	1A	150	900mWP	15M	35pF	60/200	200mA	-
2SA1015	PNP	TO92	A12	50V	50V	5V	150mA	125	400mWP	80M	4pF	70/400	2mA	-
2SA1145	PNP	TO92	A12	150V	150V	5V	50mA	150	800mWP	100M	2,5pF	80/240	10mA	-
2SA1302	PNP	TO264	A15	200V	200V	5V	15A	150	150WO	25Mpt	470pF	55/160	1A	-
2SA1553	PNP	TO264	A15	230V	230V	5V	15A	150	150WO	25Mpt	25pF	55/160	1A	-
2SA708	PNP	TO39	A02	80V	60V	8V	700mA	200	800mWP	50M	45pF	80/240	50mA	BC345 2N4033
2SA733	PNP	TO92	A12	50V	40V	5V	100mA	125	250mWP	90M	12pF	40/600	1mA	BC212L
2SA940	PNP	TO220	A15	150V	150V	5V	1500mA	150	25WO	2M	55pF	40/140	500mA	BDX16 2N6214
2SA966	PNP	TO92	A12	30V	30V	5V	1500mA	150	900mWP	60M	30pF	100/320	500mA	-
2SA1010	PNP	TO220	A15	100V	100V	7V	7A	150	40WO	-	-	40/200	3A	-
2SB834	PNP	TO220	A15	60V	60V	7V	3A	150	30WO	9Mtyp	150P	60/200	500mA	-
2SC1006	NPN	TO18	A01	50V	40V	5V	30mA	150	300mWP	50M	10pF	600typ	1mA	BC109 2N930
2SC1124	NPN	X17	A16	160V	140V	5V	1A	200	5WO	-	-	50min	200mA	2N6178
2SC1127	NPN	X17	A16	-	180V	-	120mA	180	1WP	15M	-	30min	5mA	BF458
2SC1663	NPN	X17	A16	140V	140V	8V	500mA	120	950mWP	25M	30pF	60/350	100mA	2N6593
2SC1810	NPN	X17	A15	700V	300V	12V	1A	120	950mWP	6M	17pF	30/300	10mA	-
2SC1815	NPN	TO92	A12	60V	50V	5V	150mA	125	400mWP	80M	3,5pF	70/700	2mA	BC182L 2N3859A
2SC1913	NPN	TO220	A15	150V	150V	5V	1500mA	150	15WO	60M	-	65/330	150mA	BU409
2SC1923	NPN	TO92	A12	40V	30V	4V	20mA	125	100mWP	275M	1,1pF	40/200	1mA	BF369 2N3983
2SC1962	NPN	X17	A16	200V	200V	8V	500mA	120	950mWP	22M	24pF	70/350	100µA	2N6593
2SC1969	NPN	TO220	A15	60V	30V	5V	6A	175	20WO	75M	-	10/180	10mA	-
2SC1970	NPN	TO220	A15	36V	18V	4V	500mA	150	5WO	-	-	10/180	100mA	-
2SC2073	NPN	TO220	A15	150V	150V	5V	1500mA	150	25WO	2M	70pF	40/140	500mA	BU409
2SC2075	NPN	TO220	A15	80V	-	4V	4A	150	10WO	50M	40pF	25min	500mA	-
2SC2166	NPN	TO220	A15	75V	75V	5V	4A	150	12WO	-	-	35/180	100mA	-
2SC2229	NPN	TO92	A12	200V	150V	5V	50mA	150	800mWP	60M	5pF	70/240	10mA	-
2SC2230	NPN	TO92	A12	200V	160V	5V	100mA	150	800mWP	50M	7pF	120/400	10mA	-
2SC2236	NPN	TO92	A12	30V	30V	5V	1500mA	150	900mWP	60M	30pF	100/320	500mA	-
2SC2240	NPN	TO92	A12	120V	120V	5V	100mA	125	300mWP	50M	3pF	200/700	2mA	-
2SC2310	NPN	TO92	A12	55V	50V	5V	100mA	125	200mWP	115M	1,8pF	250min	2mA	-
2SC2314	NPN	TO126	A20	75V	45V	5V	1A	150	5WO	180M	25pF	60/320	500mA	-
2SC2330	NPN	SPEC	-	38V	18V	3V	6A	175	70WO	-	65pF	20/200	1A	-
2SC2331	NPN	TO220	A15	150V	100V	7V	2A	150	15WO	-	-	40/200	1A	-
2SC2333	NPN	TO220	A15	500V	400V	7V	2A	150	15WO	-	-	20/80	1A	-

$^{*}P_{tot}$
O - przy temp. obud. +25°C, P - przy temp. powietrza +25°C, R - przy temp. radiatora +25°C

Katalog tranzystorów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2SC2335	NPN	TO220	A15	500V	400V	7V	7A	150	40WO	-	-	20/80	1A	-
2SC2336	NPN	TO220	A15	180V	-	5V	1500mA	150	25WO	50M	30pF	120typ	150mA	-
2SC2481	NPN	TO126	A20	150V	150V	6V	1500mA	150	20WO	20M	13pF	60/320	200mA	-
2SC2705	NPN	TO92	A12	150V	150V	5V	50mA	150	800mWP	100M	1,8pF	80/240	10mA	-
2SC2714	NPN	X12	A13	40V	30V	4V	20mA	125	100mWP	550Mtyp	1,1pF	100/200	1mA	-
2SC2785	NPN	X11	A24	60V	-	5V	100mA	125	300mWP	125M	3pF	200typ	1mA	-
2SC2914	NPN	TO3	A03	500V	400V	7V	10A	150	120WO	-	-	12min	5A	-
2SC3039	NPN	TO220	A15	500V	400V	7V	7A	150	50WO	20Mtyp	80pF	15/50	800mA	-
2SC3225	NPN	TO92	A12	40V	40V	7V	2A	150	900mWP	220Mtyp	20pF	500min	400mA	-
2SC3309	NPN	X34	A15	500V	400V	7V	2A	150	20WO	-	-	20min	100mA	-
2SC3310	NPN	X34	A15	500V	400V	7V	5A	150	30WO	-	-	12min	3A	-
2SC3331	NPN	TO92	A12	60V	50V	6V	200mA	150	500mW	200Mtyp	3pF	100/800	1mA	-
2SC3552	NPN	TO247	A15	1100V	800V	7V	12A	150	150WO	15Wtyp	215pF	10/40	800mA	-
2SC3807	NPN	SOT82	A14	30V	25V	15V	2A	150	15WO	260Mtyp	27pF	800/3200	500mA	-
2SC4029	NPN	TO264	A15	230V	230V	5V	15A	150	150WO	30Mtyp	270pF	55/160	1A	-
2SC4204	NPN	TO92	A12	30V	25V	15V	700mA	150	600mWP	270Mtyp	9pF	800/3200	50mA	-
2SC838	NPN	TO92	A12	50V	25V	5V	30mA	125	250mWP	125M	3,6pF	75typ	500µA	BC184L 2N3707
2SC845	NPN	TO5	A02	55V	30V	3V	400mA	175	3500mWO	400M	-	10/200	100mA	BSW54 2N2219A
2SC867	NPN	TO66	A17	520V	-	10V	1A	175	18WO	4M	-	40min	100mA	2N4240
2SD1140	NPN	TO92	A12	30V	30V	10V	1500mA	150	900mWP	-	-	4Ktyp	150mA	-
2SD1196	NPN	TO220	A15	110V	100V	6V	8A	150	40WO	20Mtyp	-	1500min	4A	-
2SD1398	NPN	TO247	A15	1500V	800V	7V	5A	150	120WO	3Mtyp	-	8min	1A	-
2SD1402	NPN	TO247	A15	1500V	800V	7V	5A	150	120WO	3Mtyp	-	8min	1A	-
2SD1425	NPN	TO247	A15	1500V	600V	5V	2500mA	150	80WO	3Mtyp	95pF	8min	500mA	-
2SD1426	NPN	TO247	A15	1500V	600V	5V	3500mA	150	80WO	3Mtyp	95pF	8min	500mA	-
2SD1427	NPN	TO247	A15	1500V	600V	5V	5A	150	80WO	3Mtyp	165pF	8min	1A	-
2SD1428	NPN	TO247	A15	1500V	600V	5V	6A	150	80WO	3Mtyp	165pF	8min	1A	-
2SD1431	NPN	TO247	A15	1500V	600V	5V	5A	150	80WO	3Mtyp	165pF	8min	1A	-
2SD1548	NPN	ISO218	A15	1400V	600V	5V	10A	150	50WO	3Mtyp	165pF	8min	2A	-
2SD1554	NPN	ISO218	A15	1500V	600V	5V	3500mA	150	40WO	3Mtyp	95pF	8min	500mA	-
2SD1555	NPN	ISO218	A15	1500V	600V	5V	5A	150	50WO	3Mtyp	165pF	8min	1A	-
2SD1650	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	3500mA	150	50WO	3Mtyp	-	8min	500mA	-
2SD1651	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	5A	150	60WO	3Mtyp	-	8min	1A	-
2SD1877	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	4A	150	50WO	-	-	8min	500mA	-
2SD1878	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	5A	150	60WO	-	-	8min	1A	-
2SD1879	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	6A	150	60WO	-	-	8min	1A	-
2SD1883	NPN	ISO247	A15	1500V	800V	6V	4A	150	50WO	-	-	8min	500mA	-
2SD2125	NPN	ISO218	A15	1500V	600V	5V	6A	150	50WO	3Mtyp	165pF	-	1A	-
2SD227	NPN	TO92	A12	30V	15V	5V	300mA	125	250mWP	-	-	60min	250mA	BCW36 2N3704
2SD261	NPN	TO92	A12	40V	30V	5V	700mA	125	500mWP	-	-	40min	500mA	BCW36 2N3704
2SD325	NPN	TO220	A15	35V	35V	5V	3A	150	10WO	8Mtyp	-	40/320	1A	BD437 2N5192
2SD400	NPN	TO92	A12	25V	25V	5V	1A	150	900mWP	180Mtyp	30pF	60/560	50mA	BCW36 2N4953
2SD734	NPN	TO92	A12	25V	20V	5V	700mA	150	600mWP	250Mtyp	8pF	60/560	50mA	-
2SD799	NPN	TO220	A15	600V	400V	5V	6A	150	30WO	-	35pF	600min	2A	-
2SD880	NPN	TO220	A15	60V	60V	7V	3A	150	30WO	3Mtyp	70pF	60/300	500mA	-
2SD951	NPN	TO3	A03	1500V	-	5V	3A	130	65WO	-	-	4/15	2500mA	-
2SD959	NPN	TO220	A15	130V	80V	7V	3A	150	30WO	15M	-	60/260	500mA	-
BC107	NPN	TO18	A01	50V	45V	6V	100mA	175	300mWP	150M	5pF	110min	2mA	2N929
BC107A	NPN	TO18	A01	50V	45V	6V	100mA	175	300mWP	150M	5pF	110min	2mA	2N929
BC107B	NPN	TO18	A01	50V	45V	6V	100mA	175	300mWP	150M	5pF	200min	2mA	2N929
BC107C	NPN	TO18	A01	50V	45V	6V	100mA	175	300mWP	150M	5pF	450min	2mA	2N2510
BC108	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	120min	2mA	2N929
BC108A	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	120min	2mA	2N929
BC108B	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	200min	2mA	2N929
BC108C	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	420min	2mA	2N929
BC109	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	180min	2mA	2N930
BC109A	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	120min	2mA	2N2586
BC109B	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	200min	2mA	2N930
BC109C	NPN	TO18	A01	30V	20V	5V	100mA	175	300mWP	150M	6pF	420min	2mA	2N930
BC138	NPN	TO5	A02	60V	40V	5V	1A	200	800mWP	40M	25pF	35min	10mA	BFY51 2N2297
BC147	NPN	X09	A05	50V	45V	6V	200mA	125	250mWP	150M	5pF	110min	2mA	A747
BC149	NPN	X09	A05	30V	20V	5V	200mA	125	250mWP	150M	5pF	200min	2mA	A749
BC158	PNP	X09	A05	30V	25V	5V	100mA	125	300mWP	100M	6pF	70min	2mA	-
BC159	PNP	X09	A05	25V	20V	5V	100mA	125	300mWP	100M	6pF	120min	2mA	-
BC177	PNP	TO18	A01	45V	45V	5V	100mA	175	300mWP	130M	7pF	70min	2mA	BCY70 2N3965
BC177A	PNP	TO18	A01	45V	45V	5V	100mA	175	300mWP	130M	7pF	120min	2mA	BCY71 2N3965
BC177B	PNP	TO18	A01	45V	45V	5V	100mA	175	300mWP	130M	7pF	180min	2mA	BCY71 2N3965
BC177C	PNP	TO18	A01	45V	45V	5V	100mA	175	300mWP	100M	7pF	380min	2mA	BC179 2N3965
BC178	PNP	TO18	A01	30V	25V	5V	200mA	175	300mWP	100M	7pF	70min	2mA	BCY70 2N3965
BC178A	PNP	TO18	A01	30V	25V	5V	200mA	175	300mWP	100M	7pF	120min	2mA	BCY71 2N3965
BC178B	PNP	TO18	A01	30V	25V	5V	200mA	175	300mWP	100M	7pF	180min	2mA	BCY71 2N3965
BC179	PNP	TO18	A01	25V	20V	5V	50mA	175	300mWP	100M	7pF	70min	2mA	BCY70 2N3965
BC179A	PNP	TO18	A01	25V	20V	5V	50mA	175	300mWP	100M	7pF	120min	2mA	BCY71 2N3965
BC179B	PNP	TO18	A01	25V	20V	5V	50mA	175	300mWP	100M	7pF	180min	2mA	BCY71 2N3965

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BC179C	PNP	TO18	A01	25V	20V	5V	50mA	175	300mWP	100M	7pF	380min	2mA	BCY71	2N3965
BC211	NPN	TO39	A02	80V	40V	7V	1A	175	800mWP	30M	6pF	40min	300mA	BFY51	2N2297
BC237	NPN	X10	A11	50V	45V	6V	100mA	125	300mWP	150M	5pF	110min	2mA	2N5825	
BC238	NPN	X10	A11	30V	20V	5V	100mA	125	300mWP	150M	5pF	110min	2mA	2N5825	
BC307	PNP	X10	A11	50V	45V	5V	100mA	125	300mWP	100M	8pF	75min	2mA	2N6015	
BC308	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	125	300mWP	100M	8pF	75min	2mA	2N6015	
BC309	PNP	X10	A11	25V	20V	5V	100mA	125	300mWP	100M	8pF	125min	2mA	2N6003	
BC313	PNP	TO39	A02	60V	40V	5V	1A	200	800mWP	50M	30pF	40/250	150mA	2N4037	
BC327	PNP	X10	A11	50V	45V	5V	800mA	150	500mWP	60M	18pF	63min	100mA	2N5819	
BC328	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	800mA	150	500mWP	60M	18pF	63min	100mA	2N5819	
BC337	NPN	X10	A11	50V	45V	5V	800mA	150	360mWP	60M	20pF	100min	100mA	2N5818	
BC338	NPN	X10	A11	30V	20V	5V	800mA	150	360mWP	60M	20pF	100min	100mA	BC337	2N5818
BC368	NPN	X10	A22	25V	20V	5V	1A	150	800mWP	65M	-	85/375	500mA	BC338	2N5818
BC369	PNP	X10	A22	25V	20V	5V	1A	150	800mWP	65M	-	85/375	500mA	BC328	2N5819
BC393	PNP	TO18	A01	180V	180V	-	100mA	200	400mWP	60M	8pF	50min	2mA	2N4357	
BC413	NPN	X10	A11	45V	30V	5V	100mA	150	300mWP	250M	5pF	180min	2mA	BC239	2N5827
BC414	NPN	X10	A11	50V	45V	5V	100mA	150	300mWP	250M	5pF	180min	2mA	BC239	2N5827
BC415	PNP	X10	A11	45V	35V	5V	100mA	150	300mWP	200M	5pF	120min	2mA	BC307	2N6015
BC517	NPN	X10	A11	40V	30V	10V	400mA	150	625mWP	120M	5pF	30Kmin	20mA	-	
BC527	PNP	TO92	A08	60V	60V	6V	1A	150	625mWP	-	15pF	50/300	150mA	-	
BC528	PNP	TO92	A08	80V	80V	6V	1A	150	625mWP	-	15pF	50/300	150mA	-	
BC546	NPN	TO92	A23	80V	65V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	125min	2mA	BC338	2N5818
BC546A	NPN	TO92	A08	80V	65V	6V	100mA	150	500mWP	150M	-	110min	2mA	BC300	2N4410
BC546B	NPN	TO92	A08	80V	65V	6V	100mA	150	500mWP	150M	-	200min	2mA	BC300	2N5551
BC547	NPN	TO92	A23	50V	45V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC338	2N5818
BC547A	NPN	TO92	A23	50V	45V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC338	2N5818
BC547B	NPN	TO92	A23	50V	45V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	200min	2mA	BC337	2N5818
BC547C	NPN	TO92	A23	50V	45V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	420min	2mA	BC239	2N5827
BC548	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC547	2N5818
BC548A	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC547A	2N5818
BC548B	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	200min	2mA	BC547B	2N5818
BC548C	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	420min	2mA	BC547C	2N5818
BC549	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC548	2N5818
BC549A	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	110min	2mA	BC237B	2N5825
BC549B	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	200min	2mA	BC548B	2N5818
BC549C	NPN	TO92	A23	30V	30V	6V	100mA	150	500mWP	200M	4,5pF	420min	2mA	BC548C	2N5818
BC550	NPN	TO92	A08	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	200M	-	240min	2mA	BC457B	2N5818
BC550B	NPN	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	-	200min	2mA	BC109C	2N930
BC550C	NPN	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	-	420min	2mA	BC109C	2N930
BC556	PNP	TO92	A23	80V	65V	5V	100mA	150	500mWP	150M	8pF	75/450	2mA	BC307	2N6015
BC556A	PNP	TO92	A23	80V	65V	5V	100mA	150	500mWP	150M	8pF	125min	2mA	BC309	2N6003
BC556B	PNP	TO92	A23	80V	65V	5V	100mA	150	500mWP	150M	8pF	240min	2mA	BC556B	2N6007
BC557	PNP	X10	A11	50V	45V	-	200mA	150	300mWP	75M	-	75min	2mA	BC307	2N6015
BC557A	PNP	TO92	A08	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	75M	-	125min	2mA	-	
BC557B	PNP	TO92	A08	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	75M	9pF	200min	2mA	BC556B	2N6007
BC557C	PNP	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	450min	2mA	-	
BC558	PNP	TO92	A08	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	-	75/475	2mA	-	
BC558A	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	125min	2mA	BC307	2N6015
BC558B	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	240min	2mA	BC307B	2N6015
BC558C	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	420min	2mA	BC559C	2N6007
BC559	PNP	X10	A11	30V	25V	-	200mA	150	300mWP	75M	-	125min	2mA	BC309	2N6003
BC559A	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	125min	2mA	BC558A	2N6015
BC559B	PNP	X10	A11	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	240min	2mA	BC558B	2N6015
BC559C	PNP	TO92	A08	30V	25V	5V	100mA	150	500mWP	75M	7pF	420min	2mA	-	2N6007
BC560	PNP	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	4,5pF	110min	2mA	BC309	2N6003
BC560A	PNP	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	4,5pF	125min	2mA	BC309	2N6003
BC560B	PNP	TO92	A23	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	4,5pF	240min	2mA	BC309	2N6003
BC560C	PNP	TO92	A08	50V	45V	5V	100mA	150	500mWP	150M	4,5pF	420min	2mA	BC559C	2N6007
BC618	NPN	TO92	A23	80V	55V	12V	1A	150	625mWP	150M	4,5pF	3Kmin	1A	-	
BC635	NPN	TO92	A22	45V	45V	-	1A	150	50WP	50M	-	40min	150mA	BC338	2N5818
BC636	PNP	TO92	A22	45V	45V	-	1A	150	1WP	50M	-	40min	150mA	BC338	2N5818
BC639	NPN	TO92	A22	80V	80V	-	1A	150	1WP	50M	-	40min	150mA	BC337	
BC640	PNP	TO92	A22	80V	80V	-	1A	150	1WP	50M	-	40min	150mA	BC337	
BC807	PNP	X12	A13	50V	45V	-	500mA	150	310mWP	50M	-	100min	500mA	-	
BD127	NPN	TO126	A14	300V	250V	5V	500mA	150	20WO	-	-	30min	50mA	BD232	
BD128	NPN	TO126	A14	350V	300V	5V	500mA	150	20WO	-	-	30min	50mA	BD232	
BD135	NPN	TO126	A14	45V	45V	5V	1A	150	12WO	50M	-	40/250	150mA	BD169	2N4923
BD136	PNP	TO126	A14	45V	45V	5V	1A	150	12WO	50M	-	40/250	150mA	BD140	2N4920
BD137	NPN	TO126	A14	60V	60V	5V	1A	150	12WO	50M	-	40/160	150mA	BD169	2N4923
BD139	NPN	TO126	A14	80V	80V	5V	1A	150	12WO	50M	-	40/160	150mA	BD169	2N4923
BD140	PNP	TO126	A14	80V	80V	5V	1A	150	12WO	50M	-	40/250	150mA	2N4920	
BD159	NPN	TO126	A14	375V	350V	5V	500mA	150	20WO	-	-	30/250	50mA	BD232	
BD240	PNP	TO220	A15	55V	45V	5V	2A	150	30WO	3M	-	15min	1A	BD240C	2N6109

Katalog tranzystorów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BD240A	PNP	TO220	A15	70V	60V	5V	2A	150	30WO	3M	-	15min	1A	BD240C 2N6107
BD240B	PNP	TO220	A15	90V	80V	5V	2A	150	30WO	3M	-	15min	1A	BD240C 2N6475
BD241	NPN	TO220	A15	55V	45V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD241C 2N6290
BD241A	NPN	TO220	A15	70V	60V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD241C 2N6292
BD241B	NPN	TO220	A15	90V	80V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD241C 2N6473
BD241C	NPN	TO220	A15	115V	100V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD241C 2N6473
BD242	PNP	TO220	A15	55V	45V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD242C 2N6109
BD242A	PNP	TO220	A15	70V	60V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD242C 2N6107
BD242B	PNP	TO220	A15	90V	80V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	BD242C 2N6475
BD242C	PNP	TO220	A15	115V	100V	5V	3A	150	40WO	3M	-	25min	1A	2N6475
BD243	NPN	TO220	A15	55V	45V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD243C 2N6487
BD243A	NPN	TO220	A15	70V	60V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD243C 2N6487
BD243B	NPN	TO220	A15	90V	80V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD243C 2N6488
BD243C	NPN	TO220	A15	115V	100V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	2N6488
BD244	PNP	TO220	A15	55V	45V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD244C 2N6490
BD244A	PNP	TO220	A15	70V	60V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD244C 2N6490
BD244B	PNP	TO220	A15	90V	80V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	BD244C 2N6491
BD244C	PNP	TO220	A15	115V	100V	5V	6A	150	65WO	3M	-	30min	300mA	2N6491
BD245	NPN	TOP3	A15	55V	45V	5V	15A	150	80WO	-	-	40min	1A	BD213
BD245A	NPN	TOP3	A15	70V	60V	5V	15A	150	80WO	-	-	40min	1A	BD213
BD245B	NPN	TOP3	A15	90V	80V	5V	15A	150	80WO	-	-	40min	1A	BD213
BD245C	NPN	TOP3	A15	115V	100V	5V	15A	150	80WO	-	-	40min	1A	BD213
BD249	NPN	TOP3	A15	55V	45V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BDX40 2N3772
BD249A	NPN	TOP3	A15	70V	60V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BDX40 2N3772
BD249B	NPN	TOP3	A15	90V	80V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BDX40 2N5686
BD249C	NPN	TOP3	A15	115V	100V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BDY29 2N3772
BD250	PNP	TOP3	A15	55V	45V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BD258
BD250A	PNP	TOP3	A15	70V	60V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BD258
BD250B	PNP	TOP3	A15	90V	80V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BD258
BD250C	PNP	TOP3	A15	115V	100V	5V	40A	150	125WO	-	-	25min	1500mA	BD258
BD281	NPN	TO126	A14	22V	22V	5V	4A	150	36WO	3M	-	85/350	500mA	-
BD282	PNP	TO126	A14	22V	22V	5V	4A	150	36WO	3M	-	85/350	500mA	-
BD283	NPN	TO126	A14	32V	32V	5V	4A	150	36WO	3M	-	85/350	500mA	-
BD284	PNP	TO126	A14	32V	32V	5V	4A	150	36WO	3M	-	85/350	500mA	-
BD285	NPN	TO126	A14	45V	45V	5V	4A	150	36WO	3M	-	20min	3A	-
BD286	PNP	TO126	A14	45V	45V	5V	4A	150	36WO	3M	-	20min	3A	-
BD354	NPN	TO66	A17	60V	60V	-	2A	175	-	-	-	30/300	1A	BDY71 2N3054
BD355	PNP	TO66	A17	60V	60V	-	2A	175	-	-	-	30/300	1A	BDX14 2N5954
BD534	PNP	TO220	A15	45V	45V	5V	4A	150	40WO	3M	-	40min	500mA	BD242C 2N6134
BD643	NPN	TOQ66	A27	45V	45V	5V	10A	175	70WO	1M	-	750min	4A	BDX72 2N6100
BD646	PNP	TOQ66	A27	60V	60V	5V	10A	175	70WO	1M	-	750min	4A	BDX78 2N6106
BD647	NPN	TOQ66	A27	80V	80V	5V	10A	175	70WO	1M	-	750min	4A	BDX72 2N6100
BD649	NPN	TO220	A15	100V	100V	5V	8A	150	62WO	1M	-	750min	3A	BDX72 2N6100
BD650	PNP	TO220	A15	100V	100V	5V	8A	150	62WO	1M	-	750min	3A	BDX78 2N6106
BD679	NPN	TO126	A14	80V	80V	5V	4A	150	40WO	1M	-	750min	1500mA	-
BD681	NPN	TO126	A14	100V	100V	5V	4A	150	40WO	1M	-	750min	1500mA	-
BD901	NPN	TO220	A15	100V	100V	5V	8A	150	70WO	1M	-	750min	3A	BDX53C
BD911	NPN	TO220	A15	100V	100V	5V	15A	150	90WO	3M	-	15/150	5A	-
BD912	PNP	TO220	A15	100V	100V	5V	15A	150	90WO	3M	-	15/150	5A	-
BD943	NPN	TO220	A15	22V	22V	5V	5A	150	40WR	3M	-	85/475	500mA	-
BDT94	PNP	TO220	A15	80V	80V	-	10A	150	90WO	4M	-	20/200	4A	-
BDV64	PNP	TOP3	A15	60V	60V	5V	15A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDV64A	PNP	TOP3	A15	80V	80V	5V	15A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDV64B	PNP	TOP3	A15	100V	100V	5V	15A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDV65	NPN	TOP3	A15	60V	60V	5V	15A	150	125WO	-	300pF	1Kmin	5A	-
BDV65A	NPN	TOP3	A15	80V	80V	5V	15A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDV65B	NPN	TOP3	A15	100V	100V	5V	15A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDV65C	NPN	TOP3	A15	140V	120V	5V	12A	150	125WO	-	400pF	1Kmin	5A	-
BDW83	NPN	TOP3	A15	45V	45V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW83A	NPN	TOP3	A15	60V	60V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW83B	NPN	TOP3	A15	80V	80V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW83C	NPN	TOP3	A15	100V	100V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW84	PNP	TOP3	A15	45V	45V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW84A	PNP	TOP3	A15	60V	60V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW84B	PNP	TOP3	A15	80V	80V	5V	15A	150	150WO	1M	-	750min	6A	-
BDW93	NPN	TO220	A15	45V	45V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-
BDW93A	NPN	TO220	A15	60V	60V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-
BDW93B	NPN	TO220	A15	80V	80V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-
BDW93C	NPN	TO220	A15	100V	100V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-
BDW94	PNP	TO220	A15	45V	45V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-
BDW94A	PNP	TO220	A15	60V	60V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-

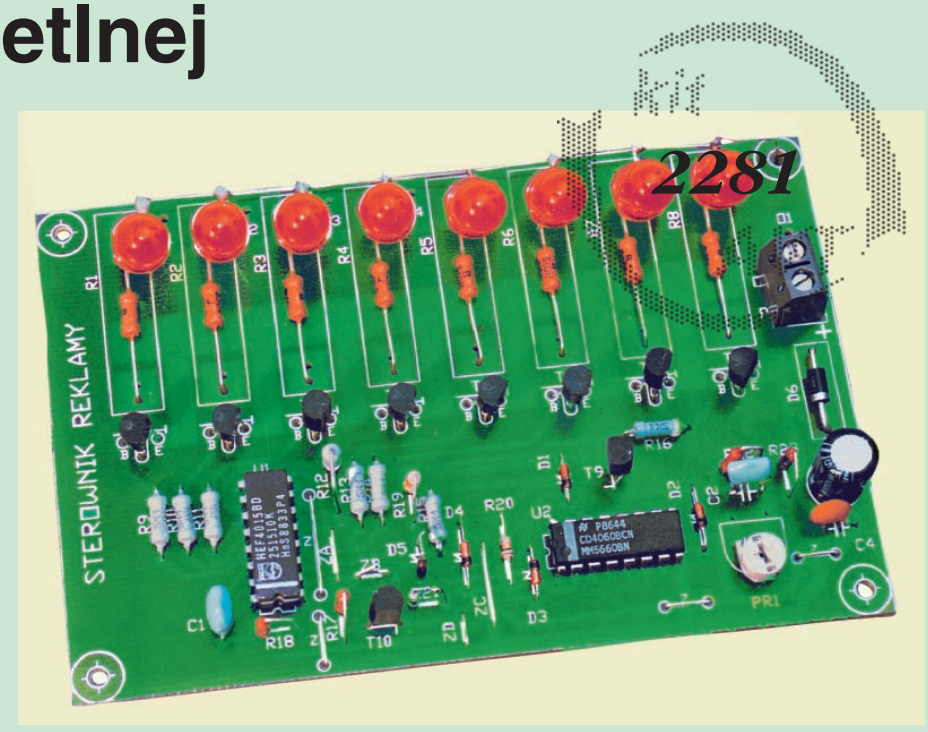
Dalsza część katalogu i rysunki obudów zamieszczone będą w następnym numerze EdW.

BDW94B	PNP	TO220	A15	80V	80V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-	
BDW94C	PNP	TO220	A15	100V	100V	5V	15A	150	80WO	20M	-	750min	5A	-	
BDX10	NPN	TO3	A03	100V	60V	7V	15A	200	117WO	-	-	20/70	4A	BDY55	2N3055
BDX16	PNP	TO66	A17	160V	140V	7V	3A	200	25WO	2M	-	20/80	500mA	BDX16	2N3741
BDX65	NPN	TO3	A03	80V	60V	-	12A	200	117WO	1M	-	1Kmin	5A	-	
BDX66	PNP	TO3	A03	60V	60V	-	20A	200	150WO	3M	-	1Kmin	10A	-	
BDX67	NPN	TO3	A03	80V	60V	-	20A	200	150WO	3M	-	1Kmin	10A	-	
BDX87	NPN	TO3	A03	45V	45V	5V	12A	200	117WO	-	-	750min	6A	BDX65B	2N6578
BDX88	PNP	TO3	A03	45V	45V	5V	12A	200	117WO	-	-	750min	6A	BDX66C	2N6052
BF180	NPN	TO72	A04	30V	20V	3V	20mA	175	150mWP	335M	-	13min	2mA	-	
BF181	NPN	TO72	A04	30V	20V	3V	20mA	175	150mWP	300M	-	13min	2mA	BF180	
BF182	NPN	TO72	A04	25V	20V	-	15mA	175	150mWP	325M	-	10min	2mA	-	
BF183	NPN	TO72	A04	25V	20V	3V	15mA	175	150mWP	400M	-	10min	3mA	-	
BF184	NPN	TO72	A18	30V	20V	5V	30mA	175	145mWP	150M	-	75/750	1mA	-	
BF194	NPN	X09	A06	30V	20V	5V	30mA	125	250mWP	130M	-	67/220	1mA	BF184	
BF195	NPN	X09	A06	30V	20V	5V	30mA	125	250mWP	100M	-	36/125	1mA	BF185	
BF196	NPN	X09	A06	40V	30V	4V	25mA	125	250mWP	200M	-	27min	4mA	BF167	
BF197	NPN	X09	A06	40V	20V	4V	25mA	125	250mWP	275M	-	38min	7mA	BF173	
BF199	NPN	X10	A10	40V	20V	4V	25mA	125	250mWP	275M	-	38min	7mA	BF173	
BF200	NPN	TO72	A04	30V	20V	3V	20mA	175	150mWP	325M	-	15min	2mA	-	
BF214	NPN	TO72	A18	30V	30V	4V	30mA	175	160mWP	150M	0,7pF	75min	1mA	BF184	
BF240	NPN	X10	A10	40V	40V	4V	25mA	150	300mWP	215M	-	67/220	1mA	BF167	
BF241	NPN	X10	A10	40V	40V	4V	25mA	150	300mWP	200M	-	36/125	1mA	BF167	
BF258	NPN	TO39	A02	250V	250V	5V	100mA	175	800mWP	55M	7pF	25min	30mA	-	
BF259	NPN	TO39	A02	300V	300V	5V	100mA	175	500mWP	90M	7pF	25min	30mA	-	
BF314	NPN	X10	A11	30V	30V	4V	25mA	150	300mWP	225M	-	29min	4mA	BF200	
BF324	PNP	X10	A11	30V	30V	4V	25mA	150	250mWP	350M	0,1pF	35/160	4mA	BF500	
BF370	NPN	TO92	A23	40V	15V	4V	100mA	150	500mWP	500M	2,2pF	40min	10mA	-	
BF421	PNP	TO92	A22	300V	300V	5V	25mA	150	830mWP	60M	-	50min	25mA	-	
BF422	NPN	TO92	A22	250V	250V	5V	200mA	150	830mWP	60M	-	50min	25mA	BF299	2N4927
BF423	PNP	TO92	A22	250V	250V	5V	200mA	150	830mWP	60M	-	50min	25mA	BFT19B	2N5416
BF440	PNP	X10	A10	40V	40V	4V	25mA	150	300mWP	125M	-	60/220	1mA	-	
BF441	PNP	X10	A10	40V	40V	4V	25mA	150	300mWP	125M	-	30/125	1mA	-	
BF450	PNP	X10	A10	40V	40V	4V	25mA	125	125mWP	325M	-	60min	1mA	BF324	
BF457	NPN	TO126	A14	160V	160V	5V	100mA	150	6WO	40M	-	26min	30mA	BF459	
BF458	NPN	TO126	A14	250V	250V	5V	100mA	150	6WO	40M	-	26min	30mA	BF459	
BF459	NPN	TO126	A14	300V	300V	5V	100mA	150	6WO	40M	-	26min	30mA	BF459	
BF472	PNP	TO126	A14	300V	-	5V	100mA	150	2WO	60M	1,8pF	50min	25mA	-	
BF487	NPN	TO92	A12	400V	350V	5V	50mA	150	830mWP	90Mtyp	-	50min	25mA	-	
BF493	PNP	TO92	A12	300V	300V	8V	500mA	150	625mWP	50M	-	25min	10mA	BFT44	2N5416
BF494	NPN	TO92	A19	30V	20V	5V	30mA	150	300mWP	150M	-	10min	3mA	-	
BF506	PNP	TO92	A23	40V	35V	4V	30mA	150	250mWP	250M	1,2pF	20min	3mA	BF414	
BF509	PNP	TO92	A23	40V	35V	4V	30mA	150	250mWP	400M	1,2pF	35min	3mA	BF414	
BF621	PNP	X90	A31	300V	-	5V	50mA	150	1WP	60M	-	50min	25mA	-	
BF679	PNP	X37	A25	40V	35V	3V	30mA	150	170mWP	700M	1pF	25min	3mA	-	
BF869	NPN	TO202	A14	250V	250V	5V	30mA	150	1600mWP	60M	-	50min	25mA	-	
BF871	NPN	TO202	A14	300V	300V	5V	30mA	150	1600mWP	60M	-	50min	25mA	-	
BFR90	NPN	X32	A21	20V	15V	2V	25mA	150	180mWP	3G	-	25min	14mA	-	
BFR91	NPN	X32	A21	15V	12V	2V	35mA	150	180mWP	3G	-	25min	30mA	-	
BFR96S	NPN	X32	A21	20V	15V	-	100mA	175	700mWP	5Gtyp	-	25min	70mA	-	
BFY99	NPN	TO5	A02	65V	40V	4V	1A	200	4400mWO	250M	-	50/125	5mA	BSW54	2N2219A
BSX45	NPN	TO39	A02	40V	40V	7V	1A	200	800mWO	50M	25pF	40min	100mA	BFX85	2N2297
BU208A	NPN	TO3	A03	1500V	700V	-	5A	115	12WR	4M	-	2,5min	4500mA	BU209A	
BU2508AF		NPN	SOT199		A29	1500V	700V	-	8A	150	45WO	-	90pF	4min	4,5A
-															
BU2508DF		NPN	SOT199		A29	1500V	700V	-	8A	150	45WO	-	90pF	7min	1A
BU2520DF		NPN	SOT199		A29	1500V	800V	-	10A	150	45WO	-	85pF	5min	6A
BU323A	NPN	TO3	A03	525V	475V	6V	10A	150	125WO	4M	-	50min	6A	-	
BU326A	NPN	TO3	A03	900V	400V	7V	6A	125	60WO	4M	-	30min	600mA	BUX81	2N6545
BU406	NPN	TO220	A15	400V	200V	6V	10A	150	60WO	5M	-	10min	5A	BU406D	
BU407	NPN	TO220	A15	330V	200V	6V	10A	150	60WO	5M	-	10min	5A	BU406D	
BU506D	NPN	TO220	A15	1500V	700V	-	5A	150	100WO	-	-	6min	100mA	-	
BU508A	NPN	SOT93	A15	1500V	700V	-	8A	150	125WO	7Mtyp	125pF	6min	100mA	-	
BU508AF	NPN	SOT199	A29	1500V	700V	-	8A	150	34WO	-	-	6min	100mA	-	
BU508D	NPN	SOT93	A15	1500V	700V	-	8A	150	125WO	7Mtyp	125pF	6min	100mA	-	
BU806	NPN	TO220	A15	400V	200V	6V	8A	150	60WO	-	-	100min	5A	-	
BU807	NPN	TO220	A15	330V	150V	6V	8A	150	60WO	-	-	100min	5A	-	
BU903	NPN	TOP3	A15	1300V	550V	-	6A	150	125WO	10Mtyp	-	5,5min	4A	-	
BU931ZP	NPN	TOP3	A15	350V	350V	-	15A	-	150WO	-	-	100min	7A	-	
BUH515D	NPN	ISO218	A15	1500V	700V	5V	8A	150	60WO	-	-	5min	5A	-	
BUS48	NPN	TO3	A03	850V	450V	6V	15A	200	175WO	-	-	6min	10A	-	
BUS48A	NPN	TO3	A03	1000V	450V	6V	15A	200	175WO	-	-	6min	10A	-	
BUT11	NPN	TO220	A15	800V	400V	-	5A	150	100WO	-	-	5min	3A	-	
BUT11AF	NPN	SOT186	A29	1000V	450V	-	5A	150	20WO	-	-	30typ	300mA	-	
BUT11AX	NPN	SOT186	A29	1000V	450V	-	5A	150	20WO	-	-	10min	500mA	-	

Katalog tranzystorów

BUT12A	NPN	TO220	A15	1000V	450V	-	8A	150	125WO	-	-	10min	1A	-		
BUT12AF	NPN	SOT186	A29	1000V	450V	-	8A	150	23WO	-	-	10min	1A	-		
BUT18AF	NPN	ISO220	A29	1000V	450V	-	6A	-	33WO	-	-	20typ	2A	-		
BUT56	NPN	TOP3	A15	800V	400V	-	8A	150	100WO	-	-	15min	1A	-		
BUT56A	NPN	TOP3	A15	1000V	450V	-	8A	150	100WO	-	-	15min	1A	-		
BUV48AFI	NPN	ISO218	A29	1000V	450V	-	15A	-	50WO	-	-	-	-	-		
BUV48C	NPN	TOP3	A15	1200V	700V	-	15A	-	120WO	-	-	-	-	-		
BUX37	NPN	TO3	A03	-	400V	15V	15A	150	35WO	-	-	20min	15A	-		
BUX48	NPN	TO3	A03	-	400V	7V	12A	175	125WO	-	-	5min	2A	BUX81	2N6543	
BUY55	NPN	X06	A26	150V	125V	6V	10A	200	60WO	10M	-	8min	7A	-		
KT907A	NPN	X73	A30	60V	-	4V	1A	120	13WO	350M	20pF	-	-	-		
MJ15003	NPN	TO3	A03	140V	140V	5V	20A	200	200WO	2M	1nF	25min	5A	BDX50	2N3773	
MJ15004	PNP	TO3	A03	140V	140V	5V	20A	200	200WO	2M	1nF	25min	5A	2N6031		
MJ900	PNP	TO3	A03	60V	60V	5V	10A	200	90WO	-	-	750min	4A	-		
MJE13007		NPN	TO220	A15	700V	400V	9V	8A	150	80WO	4M	110pF	8/60	2A		BU406D
MJE340	NPN	TO126	A14	300V	300V	3V	500mA	150	20WO	10M	-	30/240	50mA	BD232		
MJE350	PNP	TO126	A14	-	300V	3V	500mA	150	20WO	4M	-	30min	50mA	-		
MPSA92	PNP	TO92	A07	300V	300V	5V	500mA	150	625mWP	50M	6pF	25min	30mA	BF493		
S2000A	NPN	TO247	A15	-	1500V	5V	8A	150	125WO	3Mtyp	125pF	2,25min	4500mA	-		
S2000AF	NPN	ISO218	A15	-	1500V	5V	8A	150	50WO	3Mtyp	125pF	2,25min	4500mA	-		
S2055AF	NPN	ISO218	A15	-	1500V	5V	8A	150	50WO	3Mtyp	125pF	2,25min	4500mA	-		
TIP127	PNP	TO220	A15	100V	100V	5V	5A	150	60WO	-	-	1Kmin	3A	-		
TIP142	NPN	TOP3	A15	100V	100V	5V	10A	150	125WO	-	-	500min	10A	-		
TIP147	PNP	TOP3	A15	100V	100V	5V	10A	150	125WO	-	-	500min	10A	-		
TIP2955	PNP	TOP3	A15	100V	60V	7V	15A	150	90WO	3M	-	20min	4A	BD214-80		
TIP3055	NPN	TOP3	A15	100V	70V	7V	15A	150	90WO	3M	-	20/70	4A	BD213-80		
TIP49	NPN	TO220	A15	-	350V	-	1A	150	40WO	-	-	30/150	150mA	-		
TIP50	NPN	TO220	A15	-	400V	-	1A	150	40WO	-	-	30/150	150mA	-		

Uniwersalny sterownik reklamy świetlnej



Do czego to służy?

Przed kilkoma miesiącami jeden z Czytelników zwrócił się z gorącą prośbą o zaprezentowanie w EdW sterownika „biegnącego światełka" do samochodowych świateł stopu. Po naciśnięciu hamulca, lampki (diody lub żarówki) zapalałyby się kolejno i pozostawałyby zapalone aż do zwolnienia pedału hamulca.

Taki układ można zrobić bardzo prosto za pomocą kilkustopniowego rejestru przesuwnego i generatora. Od takiego rozwiązania tylko jeden krok do układu mającego dużo większe możliwości.

Właśnie taki układ: prosty i jednocześnie wielofunkcyjny opisany jest w niniejszym artykule. Z jego pomocą można zrealizować nie tylko stopniowo zapalającą się „linijkę światła stop", ale również różnego rodzaju sterowniki reklam czy napisów informacyjnych.

Urządzenie może na przykład zostać wykorzystane do sterowania zespołu diod LED tworzących numer domu.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 1**.

Kluczowym blokiem jest ośmiobitowy rejestr przesuwny zbudowany z układem U1 (CMOS 4015).

W najprostszym zastosowaniu w roli „linijki światła stop", po podaniu napięcia zasilającego oba czterobitowe rejestry są zerowane dzięki obwodowi C1 R19 (przy czym zwora ZC jest zwarta). Ponieważ zwarta jest też zwora ZA, wyzerowany zostaje także licznik U2 (CMOS 4060). Po wyzerowaniu na wszystkich wyjściach rejestru występuje stan niski, wskutek czego tranzystory T1...T8 nie przewodzą i lampki L1...L8 (nie zaznaczone na schemacie) dołączone między plus zasilania i punkty P1...P8 są wygaszone. Następnie impulsy z wyjścia Q8 licznika U2 powodują wpisywanie do kolejnych stopni rejestru U1 stanu wysokiego, otwierają się kolejne tranzystory począwszy od T1 i wspomniane lampki kolejno się zapalają. Szybkość zaświecania się linijki jest regulowana potencjometrem PR1 w obwodzie oscylatora licznika U2.

Po zliczeniu ośmiu impulsów z wyjścia Q8 licznika U2 zaświecają się wszystkie lampki. Lampki pozostają zaświecone, choć licznik U2 nadal pracuje, ponieważ przez cały ten czas na wejście informacyjne D rejestru U1 (nóżka 15) wpisywany jest stan wysoki.

Jak widać, w takim trybie pracy niepotrzebne są diody D1, D2, D3, D4, D5, tranzystory T9, T10 i współpracujące z nimi rezystory, bo na nóżkę 15 kostki U1A cały czas ma być podawany stan wysoki, a wyjście Q8 kostki U2 ma być bezpośrednio połączone z wejściami zegarowymi obu połówek rejestru.

Dodatkowe elementy D1-D5, T9, T10 umożliwiają uzyskanie wielu interesujących efektów.

Na **rysunku 2** pokazano trzy różne efekty i odpowiadające im przebiegi.

Analiza działania obwodu z elementami D1-D5, T9, T10, R20, R21, R24 nie jest konieczna – początkujący wcale nie muszą rozumieć jak on pracuje – dla uzyskania jednego z trzech pokazanych efektów wystarczy, że zamontują potrzebne elementy i wykonają odpowiednie zwory. Oto szczegółowe wskazówki.

EFEKT NR 1 – linijka świateł stop. Nie montować elementów R20, R21, R24, D2-D5, T9, T10. Wlutować zwory ZA oraz ZC.

EFEKT NR 2 – reklama. Nie montować R20, R24, D2-D5, T9. Wykonać zwory ZA, ZC oraz ZD.

EFEKT NR 3 – reklama. Montować wszystkie elementy. Wykonać tylko zworę ZB.

EFEKT NR 4 – reklama. Nie montować R20, R24, D2, D4, D5, T9. Wykonać zwory ZA oraz ZC.

Bardziej zaawansowani Czytelnicy powinni bardzo uważnie przeanalizować działanie układu, ponieważ oprócz proponowanych czterech możliwości, w stosunkowo prosty sposób można uzyskać wiele innych, bardzo efektownych sekwencji. Będzie to wymagało przede wszystkim zrozumienia roli poszczególnych elementów, a potem przecięcia niektórych ścieżek i wykonania nowych połączeń.

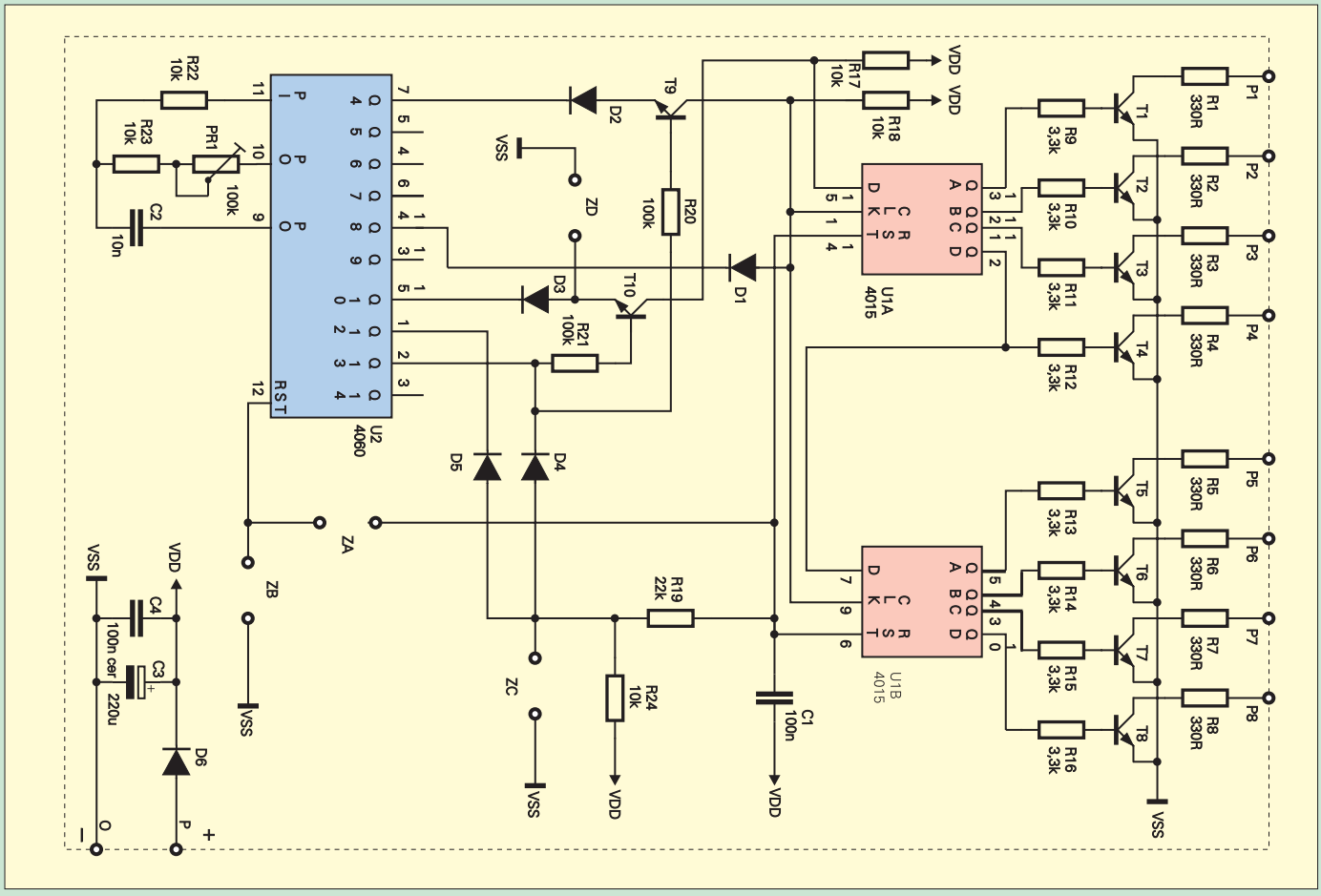
Poza tym, z analizy układu można się nauczyć pewnych „chwytów", pozwalających za pomocą kilku tranzystorów i diod budować układy spełniające określone funkcje logiczne.

Szczegółowej analizy Czytelnicy dokonają sami, biorąc pod uwagę powyższe wskazówki dotyczące poszczególnych wersji. Przy analizie rysunku 2 należy pamiętać, że dane w rejestrze są przesuwane w momencie wystąpienia narastającego zbocza na wejściach zegarowych rejestru (nóżki 1 i 9 kostki U1), natomiast stany kolejnych wyjść licznika U2 zmieniają się podczas opadającego zbocza na poprzednim wyjściu

Na rysunku 2 pokazano kolejność zaświecenia i gaśnięcia lamp dla efektów 1...3. Także efekt nr 4 jest bardzo interesujący, warto go wypróbować w praktyce.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 3**. Montaż nie sprawi trudności, bo płytka jest dość duża, a elementy są rozmieszczone luźno.



Rys. 1. Schemat ideowy

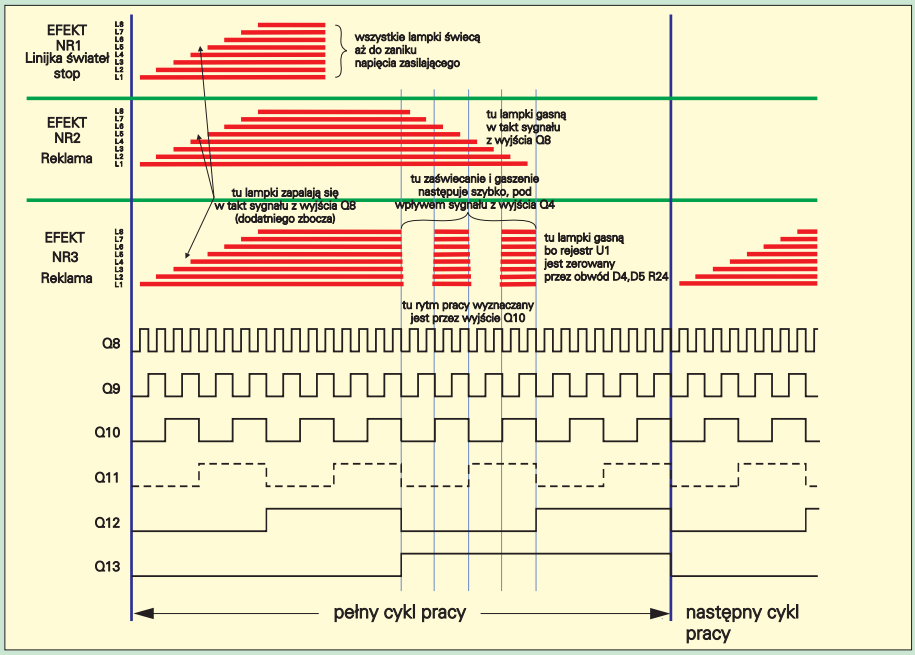
W zależności od potrzebnego efektu należy zamontować potrzebne elementy i wykonać zwory według wskazówek podanych wcześniej.

Przy próbach modelu okazało się, że przy podanych na schemacie i w wykazie wartościach elementów oscylatora (PR1, R22, R23, C2) uzyskuje się bardzo szeroki, zupełnie wystarczający w praktyce zakres zmian szybkości zaświecania i gaśnięcia lamp. Kto chciałby przeprowadzić eksperymenty przy innych szybkościach, może zmieniać pojemność C2 w szerokim zakresie 1nF...220nF.

W układzie modelowym pokazanym na fotografii w roli lamp zastosowano osiem pojedynczych diod LED. Taki układ połączeń pokazany jest na **rysunku 4a**. Zamiast pojedynczej diody w układzie z rysunku 4a warto zastosować kilka LED-ów połączonych szeregowo (do 5 diod czerwonych, albo do 4 diod żółtych lub zielonych). Pozwoli to uzyskać kilkakrotnie więcej światła przy takim samym poborze prądu. W takim wypadku, żeby utrzymać potrzebną wartość prądu, trzeba odpowiednio zmniejszyć rezystancje R1...R8. W zestawie AVT-2281 przewidziane są tranzystory wykonawcze T1...T8 typu BC548 lub podobne, a rezystory R1...R8 mają wartość 330Ω. Daje to w układzie z rysunku 4a przy zasilaniu 12Vprąd jednej diody około 30mA.

Innym sposobem jest wykorzystanie napięcia stałego o większej wartości. W tym przypadku potrzebny będzie dodatkowy stabilizator, a nie trzeba montować diody D6 w sterowniku. Układ pokazany jest na **rysunku 4b**. Dodatkowy kondensator (10µF/40V) umieszczony blisko wejścia stabilizatora potrzebny jest tylko dla uniknięcia wzbudzania stabilizatora. Liczbę diod, oraz rezystancje R1...R8 należy wtedy dobrać w zależności od napięcia zasilającego, by nie przekroczyć maksymalnego prądu diod, wynoszącego 30...50mA.

Rys. 2. Przebiegi w układzie



Wykaz elementów

Rezystory
R1-R8: 330Ω
R9-R16: 3,3kΩ
R17,R18,R22-R24: 10kΩ
R19: 22kΩ
R20,R21: 100kΩ
PR1: PR 100kΩ miniaturowy

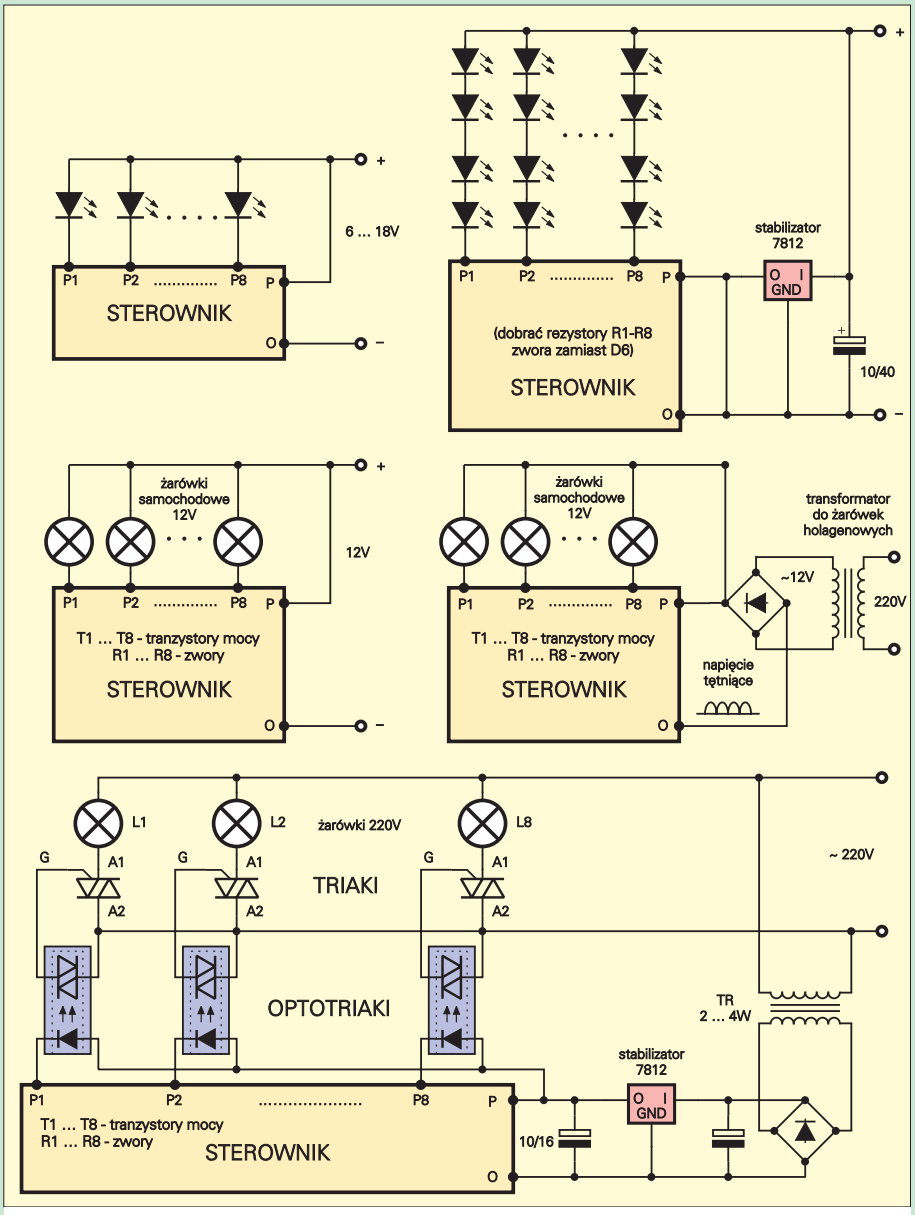
Kondensatory
C1: 100nF
C2: 10nF
C3: 220µF/25V
C4: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki
D1-D5: dioda 0,2A np.4148
D6: dioda 1A np.4001
T1-T10: NPN np.BC548B
U1: 4015
U2: 4060

Pozostałe
ARK-2: 1szt.
podst. pod ukł. scalone

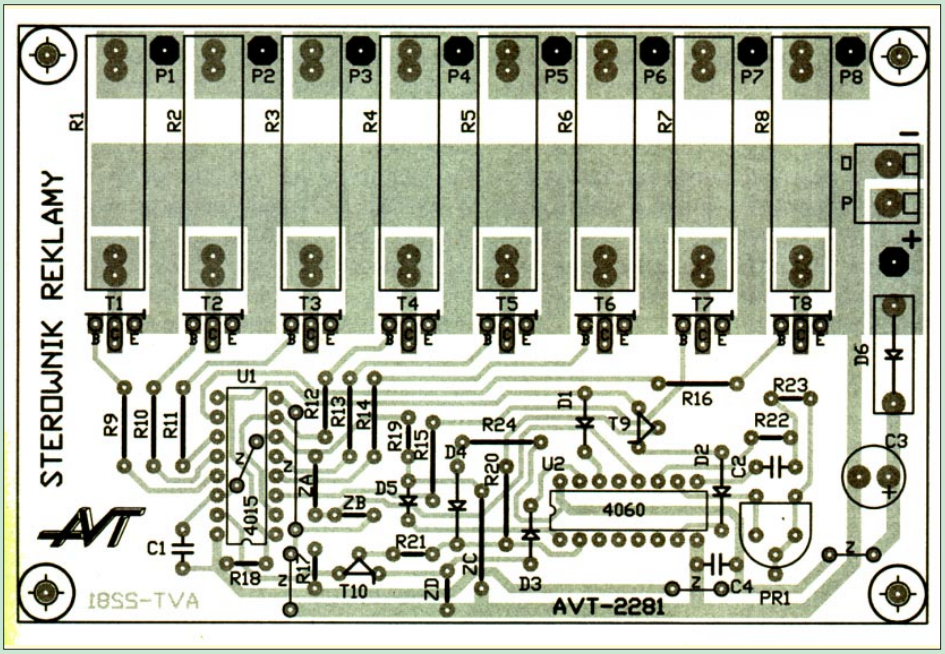
Kto chciałby pracować przy większych prądach i na przykład wykorzystać żarówki, może zastosować tranzystory dużej mocy. Płytka jest przystosowana do zamontowania zarówno tranzystorów małej mocy, jak i tranzystorów mocy w obudowach TO-220. Przy wykorzystaniu tranzystorów mocy, z uwagi na prąd bazy wyznaczony przez rezystory R9...R16 należy zastosować albo tranzystory Darlingtona, albo jeszcze lepiej MOSFET-y mocy (np. BUZ10...11). Przy stosowaniu MOSFET-ów, rezystory R9...R16 można zastąpić zworami.

Sposoby sterowania żarówkami i większą liczbą diod LED pokazane są na **rysunku 4c** i **4d**. Do zasilania można wykorzystać napięcie stałe (niekoniecznie filtrowane i stabilizowane) o wartości 6...18V. Jak pokazano na rysunku 4d, żarówki mogą być zasilane napięciem tętniącym wprost z mostka prostowniczego, bez kondensatorów filtrujących. Jest to możliwe dzięki obecności w sterowniku diody D6 i kondensatorów C3, C4. W takim przypadku dla pewności należy zwiększyć wartość pojemności C3 do 470µF lub 1000µF.



Rys. 4. Dołączenie różnych elementów wykonawczych

Rys. 3. Schemat montażowy



Przy sterowaniu żarówek napięciem zmiennym 220V wg rysunku 4e, koniecznie należy zachować wszelkie przepisy bezpieczeństwa wymagane w urządzeniach zasilanych napięciem sieci energetycznej – wersja ta nie jest przeznaczona dla młodych, niedoświadczonych Czytelników. W roli optotriaków należy zastosować wersję z obwodem włączania przy napięciu sieci bliskim zeru, np. MOC3041.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

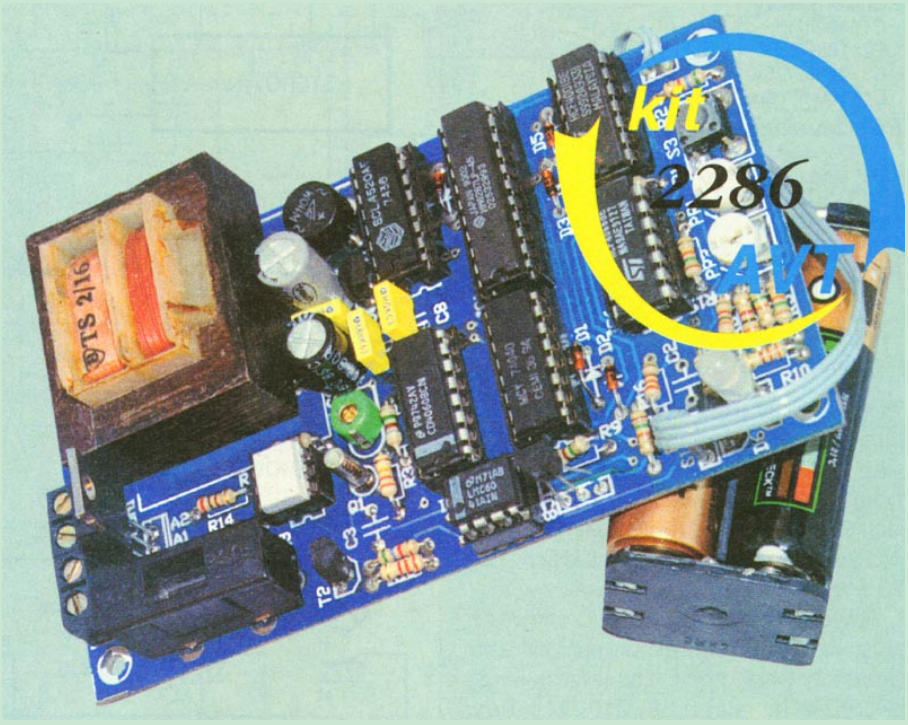
Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2281.

Termostat programowany w cyklu 24-godzinnym

Do czego to służy?

Chciałbym zaproponować Czytelnikom EdW budowę prostego, lecz bardzo użytecznego układu. Dość często spotykamy się z problemem stabilizacji temperatury w określonych pomieszczeniach. Przy obecnym stanie elektroniki zbudowanie układu stabilizującego temperaturę z praktycznie dowolną dokładnością nie jest najmniejszym problemem i układów takich opisano już w publikacjach przeznaczonych dla hobbystów bardzo wiele. Znalazły one zastosowanie w nadzorowaniu temperatury pomieszczeń mieszkalnych czy zakładach pracy. Możemy za ich pomocą utrzymywać stałą temperaturę w akwariach z rybkami czy też pilnować stałych warunków obróbki materiałów fotograficznych. Zakres regulowanych temperatur bywa różny i zależy głównie od typu zastosowanego czujnika temperatury.

Wyobraźmy sobie teraz, że w interesującym nas pomieszczeniu zainstalowane jest ogrzewanie elektryczne, pracujące jako główne lub pomocnicze źródło ciepła. Z pomieszczenia korzystamy tylko przez krótkie okresy, powiedzmy przez kilka godzin dziennie, ale zawsze o stałej porze. W pomieszczeniu jest zimno, centralne ogrzewanie „nie wyrabia" i zainstalowaliśmy w nim piecyk elektryczny z termostatem. Ponieważ jesteśmy wyjątkowymi zmarzluchami, ustawiliśmy temperaturę na 24°C. Zastosowany piecyk ma moc 4000W. Możemy teraz zdradzić tajemnicę, że pomieszczeniem, w którym musimy zachować duży komfort cieplny jest łazienka. Korzystamy z niej zawsze rano, pomiędzy godziną 7 a 7.30 i wieczorem, około godziny 23. Łatwo więc policzyć, że pracujący bez przerw piecyk zużywa ok. 88kWh w ciągu doby. Nie mam pojęcia, ile obecnie kosztuje jedna kilowatogodzina energii elektrycznej, ale z pewnością pieniądze zainwestowane w budowę proponowanego układu zwrócą się po bardzo krótkim czasie. Ktoś z Czytelników być może zaprotestuje: „Przecież można piecyk wyłączać ręcznie, po każdorazowym skorzystaniu z łazienki!". Owszem można, ale trzeba go także ręcznie włączać, a wchodzenie do wychłodzonej łazienki, a następnie czekanie aż zostanie nagrzana do odpowiedniej temperatury nie należy do przyjemności!



Przykład z łazienką był tylko jednym z wielu możliwych zastosowań proponowanego układu. Równie dobrze można go zastosować do termostatowania akwarium z rybkami czy pomieszczenia firmy, którego ogrzewanie poza godzinami pracy jest ekonomicznym nonsensem.

Praktycznie bez żadnych przeróbek układ może pracować także jako programator włączający i wyłączający dowolne urządzenie elektryczne, praktycznie dowolną (raster 2s.) ilość razy w ciągu doby. Najprostsze zastosowanie narzuca się samo: może on być dość dobrym symulatorem obecności domowników w mieszkaniu, włączając i wyłączając np. światło w pewnych pomieszczeniach.

Układ zbudowany został z zastosowaniem tanich i łatwo dostępnych elementów. Jego wykonanie nie przysporzy najmniejszego kłopotu nawet początkującym elektronikom.

Jak to działa?

Analizę schematu przedstawionego na **rysunku 1** przeprowadzimy tak, jakbyśmy posługiwali się już gotowym urządzeniem, w formie „instrukcji obsługi".

Pierwszą czynnością, jaką będziemy musieli wykonać jest ustawienie dwóch różnych temperatur, jakie układ będzie utrzymywał w pomieszczeniu. Do tego celu potrzebny nam będzie termometr i „źródło temperatury odniesienia", w ostateczności naczynie z wodą podgrzaną do odpowiedniej temperatury. Najpierw musimy zaprogramować pierwszą temperaturę i jest zupełnie obojętne, czy będzie to temperatura wyższa czy niższa. Za pomocą przełącznika S1 ustawiamy nasz układ w tryb pracy PROGRAM. Od tego momentu do pamięci zapisywane są już dane, które później, podczas programowania nowych czasów zostaną z niej, oczywiście, wymazane. Przełącznik S2 służy do wyboru jednej z dwóch programowanych temperatur. W pozycji zwartej na wejściu DI danych pamięci IC1 panuje stan niski, przenoszony następnie na wyjście danych DO. Z wejścia DO stan ten doprowadzany jest do wejścia sterującego przełącznika półprzewodnikowego IC6B powodując jego wyłączenie. Jednocześnie, stan niski z tego wyjścia negowany jest przez bramkę IC5D i doprowadzany do wejścia sterującego drugiego przełącznika – IC6A powodując jego otwarcie. Tak więc, w tym momencie aktywny jest dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów R6 i R8 oraz z potencjometru montażowego PR2.

Napięcie z tego dzielnika porównywane jest za pomocą komparatora napięcia zbudowanego z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego IC7 z napięciem uzyskiwanym z wyjścia czujnika

temperatury IC8. Jeżeli napięcie z czujnika jest mniejsze od napięcia ustawionego za pomocą potencjometru montażowego PR2, to na wyjściu komparatora powstaje stan wysoki powodujący przewodzenie tranzystora T2 i w konsekwencji włączenia optotriaka Q3. Jak na razie, to zjawisko w ogóle nas nie obchodzi, podobnie jak nieustannie zapisywane do pamięci dane.

Czujnik IC8 doprowadzamy do odpowiedniej temperatury i pokręcając aktywnym potencjometrem montażowym PR2 „łapiemy" punkt przełączania komparatora. Aby ułatwić sobie tę czynność na wyjście układu CON2 dołączamy jakieś prowizoryczne obciążenie, np. żarówkę o niezbyt wielkiej mocy.

Po ustawieniu pierwszej z dwóch temperatur przełączamy S2 w pozycję przeciwną do pokazanej na schemacie. Spowoduje to zamknięcie przełącznika elektronicznego IC6A i otworzenie przełącznika IC6B i, co za tym idzie, uaktywnienie rezystora regulacyjnego PR1. Za jego pomocą ustawiamy drugą z żądanych temperatur i na tym kończymy regulację układu.

Warto teraz wspomnieć o roli, jaką w naszym układzie pełni dwubarwna dioda D6. Dioda ta została włączona w dość ciekawy sposób: jeżeli tranzystor T1 nie przewodzi – świeci dioda zielona. Włączenie tranzystora T1, które nastąpi przy stanie niskim na wyjściu bramki IC5D, spowoduje przewodzenie tego tranzystora i włączenie diody czerwonej zawartej w strukturze D6. Napięcie przewodzenia diody czerwonej jest znacznie niższe niż zielonej i w konsekwencji dioda ta zostanie „zwarta" przez diodę czerwoną przestając świecić. Zapamiętajmy więc:

- świecenie diody czerwonej oznacza uaktywnienie dzielnika napięcia z PR1 i utrzymywanie przez układ zaprogramowanej tym dzielnikiem temperatury. Dioda zielona sygnalizuje uaktywnienie dzielnika z PR2.

Dla wygody dobrze by było za pomocą PR1 ustawić wyższą temperaturę, a za pomocą PR2 niższą. Kolor zielony bardziej kojarzy się bowiem z zimnem, a czerwony z gorącem.

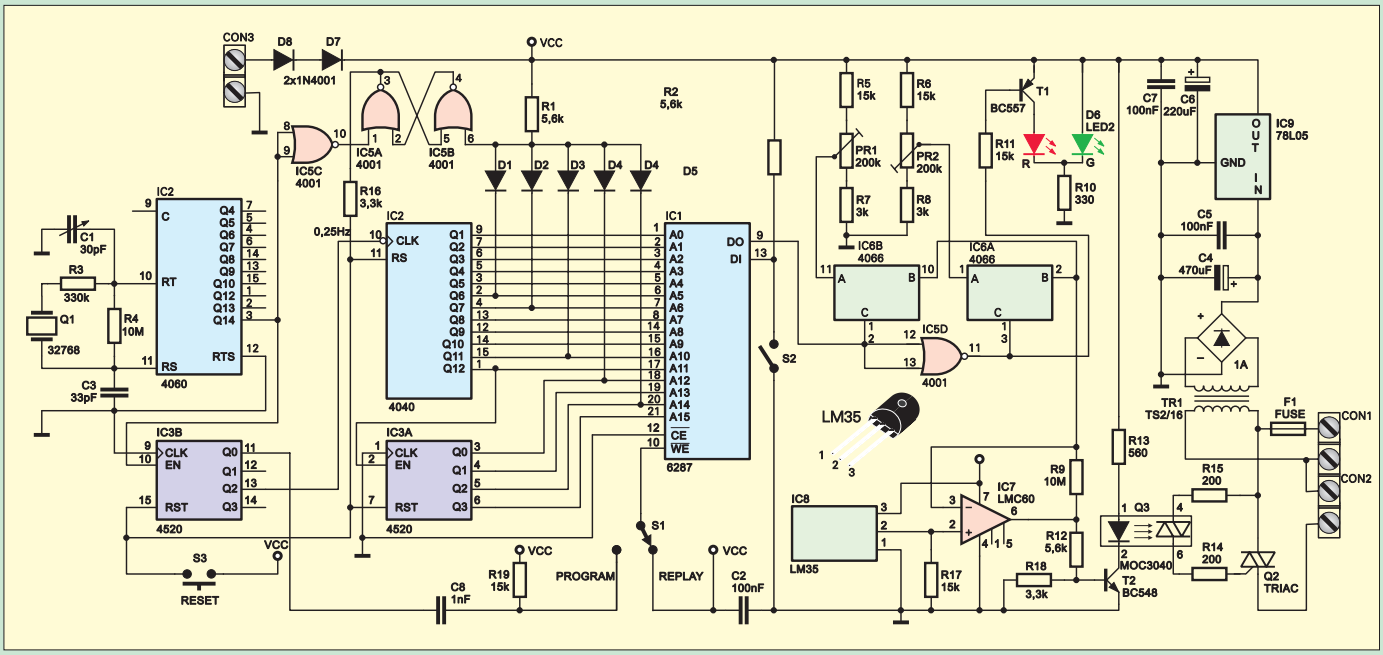
Możemy teraz przystąpić do programowania czasów włączania i wyłączania ogrzewania. Niestety, będzie to czynność nieco nużąca, ponieważ będziemy musieli poświęcić na nią dokładnie 24 godziny. Na szczęście nie będziemy musieli przebywać bez przerwy przy naszym programatorze: wystarczy że o właściwej porze zmienimy ustawienie temperatury. Programowanie układu wykonamy w następujący sposób:

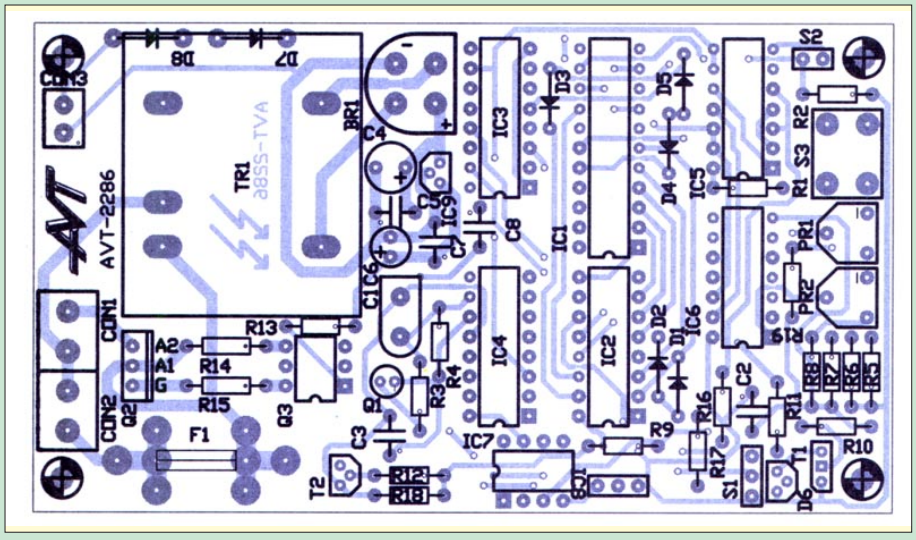
1. Ustalamy wygodną dla nas porę rozpoczęcia programowania i na wszelki wypadek zapisujemy jej dokładny czas.
2. Ustawiamy przełącznikiem S2 temperaturę, jaka ma panować w tym momencie w pomieszczeniu (pamiętajcie o roli diody D6).
3. Ustawiamy przełącznik S1 w pozycję PROGRAM (o ile nie był już tak ustawiony).
4. W momencie nadejścia wyznaczonej pory naciskamy na krótko przycisk S3 – RESET. Spowoduje to chwilowe wyzerowanie liczników IC3B, IC2 i IC3A. Po puszczeniu przycisku RESET liczniki rozpoczynają pracę.

Pierwszy z liczników zbudowany z wykorzystaniem popularnego układu scalonego typu 4060 zawiera w swojej strukturze generator stabilizowany rezonatorem kwarcowym i dzielnik binarny o stopniu podziału 2^{14}. W naszym układzie zastosowaliśmy tani i powszechnie dostępny kwarc „zegarkowy" o częstotliwości rezonansowej 32768Hz. Na wyjściu Q14 IC4 otrzymujemy częstotliwość 2Hz, która jest o wiele za duża do naszych potrzeb. Dlatego też zastosowałem kolejny dzielnik częstotliwości, na którego wyjściu otrzymujemy przebieg prostokątny o okresie 2 s. Policzmy teraz trochę: doba ma 86400 sekund, czyli że przy przyjętym rastrze wynoszącym 2 s. liczba krokówm, jakie wykonać musi nasz pracujący w cyklu 24-godzinnym programator wyniesie 43200 czyli $1010100011000000_{(BIN)}$. Dysponujemy pamięcią o słowie jednobitowym typu 6287, której maksymalna pojemność wynosi 65535 bitów. Tak więc miejsca w pamięci wystarczy, a nawet trochę zostanie. Impulsy o okresie trwania 2 s. podawane są na wejście licznika IC2 – 4020, który bezpośrednio adresuje 11 młodszych wejść adresowych pamięci. Pozostałe wejścia adresowane są przez drugi licznik – IC3A dołączony kaskadowo do licznika IC2.

Każde opadające zbocze występujące na wyjściu Q0 licznika IC3B powoduje wygenerowanie krótkiego impulsu programującego kierowanego na wejście WE\ pamięci IC1. Tak więc podczas każdego kroku wykonywanego przez programator, na wejście to dostarczane są aż cztery takie impulsy. Z pewnością zapytacie, dlaczego aż cztery? Przecież do zaprogramowania kolejnego bitu informacji w zupełności wystarczyłby jeden impuls? Racja, ale przyjęte rozwiązanie, niczego nie zmieniające w zasadzie działania układu, zwiększa komfort jego obsługi podczas programowania. Zmiana stanu prze-

Rys. 1. Schemat ideowy





Rys. 2. Schemat montażowy

łącznika programującego S1 jest przekazywana na wyjście DO, ale dopiero po nadejściu impulsu programującego. Tak więc, przy niekorzystnym zbiegu okoliczności, na wizualne (dioda D6) potwierdzenie zmiany temperatury trzeba by było czekać do 2 s., co przy testowaniu prototypu okazało się nieco denerwujące.

5. W momentach, kiedy jest to potrzebne zmieniamy położenie przełącznika S2, powodując zwiększenie lub zmniejszenie temperatury panującej w pomieszczeniu.
6. Tak postępujemy przez 24 godziny, aż do nadejścia tej samej godziny, minuty i sekundy, w której rozpoczęliśmy programowanie i dokładnie w tej przełączamy S1 na pozycję PRACA. W tym samym momencie na wyjściach liczników IC2 i IC3A powstanie stan 1010100011000000 (BIN). Diody D1 D5 przestaną zwierać do masy wejście 6 przerzutnika R-S zbudowanego z bramek IC5A i IC5B, przerzutnik ten zmieni swój stan powodując natychmiastowe wyzerowanie liczników. Najbliższe dodatnie zbocze, które pojawi się na wyjściu Q14 IC4 spowoduje ponowne ustawienie przerzutnika R-S w stan umożliwiający zliczanie licznikom IC2 i IC3A. Cykl dobowy rozpocznie się od początku.

Układ zasilany jest z typowo skonstruowanego zasilacza, zbudowanego z wykorzystaniem popularnego scalonego stabilizatora napięcia typu 7805. Warto także pomyśleć o zasilaniu awaryjnym urządzenia. W najprostszym przypadku można do złącza oznaczonego na schemacie CON3 dołączyć cztery bateryjki 1,5V typu R6. Dwie diody – D7 i D8 zabezpieczają przed przepływem prądu z układu do baterii. W momencie zaniku prądu w sieci energetycznej układ zostanie zasilony napięciem ok. 4,8V, co całkowicie wystarczy do poprawnej pracy układów CMOS, a także zapobiegnie utracie zawartości pamięci SRAM.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 przedstawiona została mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu przeprowadzamy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu transformatora sieciowego. Jak zwykle, zalecam zastosowanie podstawek pod wszystkie układy scalone.

Układ prototypowy działał natychmiast poprawnie, bez konieczności wprowadzania jakichkolwiek poprawek. Pozwala mi to sądzić, że Czytelnicy EdW także nie natrafią na jakiekolwiek trudności podczas jego montażu i uruchamiania.

Należy jeszcze wspomnieć o dwóch sprawach. Zastosowany w układzie triak typu BT136 charakteryzuje się maksymalnym prądem przewodzenia 6A (z radiatorem), co może okazać się wartością o wiele za małą w wielu zastosowaniach. Można wtedy zastosować dowolny inny typ triaka, o dopuszczalnym prądzie właściwym dla zasilanych urządzeń. Nic także nie stoi na przeszkodzie, aby umieścić triak na odpowiednim radiatorze, łącząc go z płytką za pomocą przewodów.

Jak już wspomniałem, zbudowane urządzenie można także zastosować do sterowania urządzeniami innymi niż nagrzewające. Może on np. włączać i wyłączać oświetlenie w określonych porach dnia i nocy. Wystarczy dokonać prostej przeróbki polegającej na zastąpieniu jednego z elementów dwoma rezystorami i odpowiednim ustawieniu potencjometrów montażowych. Czytelnicy proszeni są o przeanalizowanie, jaki to będzie element i jak należy ustawić potencjometry.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów

Rezystory
- PR1, PR2: potencjometr montażowy miniaturowy 200kΩ
- R1, R2, R12: 5,6kΩ
- R5, R6, R11, R17, R19: 15kΩ
- R3: 330kΩ
- R4, R9: 10MΩ
- R7, R8, R16, R18: 3kΩ
- R10: 330Ω
- R13: 560Ω
- R15, R14: 220Ω/0,5W

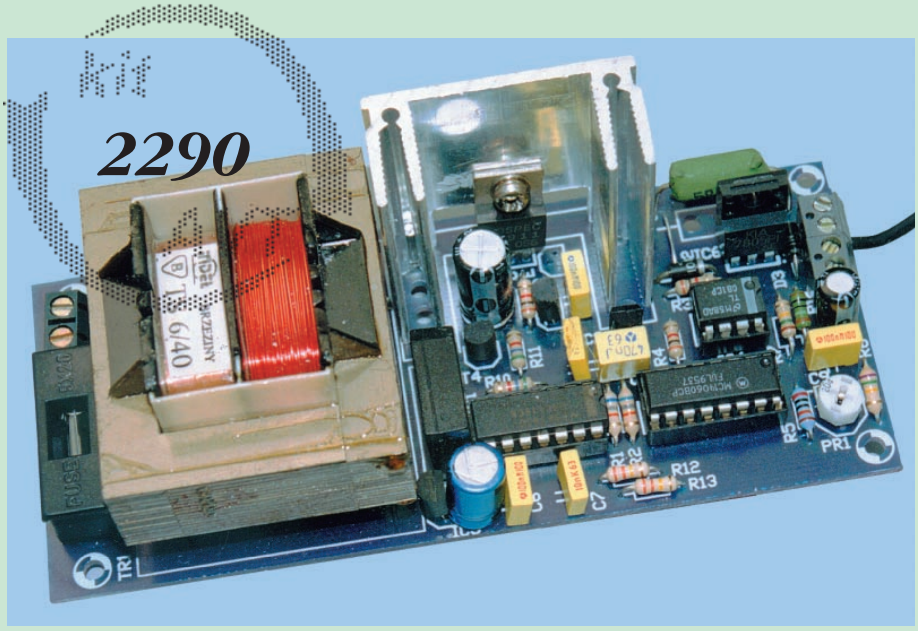
Kondensatory
- C8: 1nF
- C1: trymer 25pF
- C2: 100nF
- C3: 33pF
- C4: 470µF/16
- C6 : 220µF/10V
- C5, C7 : 100nF

Półprzewodniki
- BR1: mostek prostowniczy 1A
- D1, D2, D3, D4, D5: 1N4148
- D6: dwubarwna dioda LED lub odpowiednik
- D7, D8: 1N4001 lub odpowiednik
- IC1: 6287 (pamięć SRAM (64k×1))
- IC2: 4040
- IC3: 4520
- IC4: 4060
- IC5: 4001
- IC6: 4066
- IC7: LMC60
- IC8: LM35
- IC9: 78L05
- Q2: BT136 lub odpowiednik
- Q3: MOC3040
- T1: BC557 lub odpowiednik
- T2: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe
- F1: oprawka do bezpiecznika
- CON1, CON2: ARK2
- CON3: ARK2 (3,5mm)
- Q1: rezonator kwarcowy 32768Hz
- S1, S2: przełącznik dźwigienkowy
- S3: przycisk RESET
- TR1 : transformator sieciowy TS2/16

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2286.

UPS do systemów cyfrowych



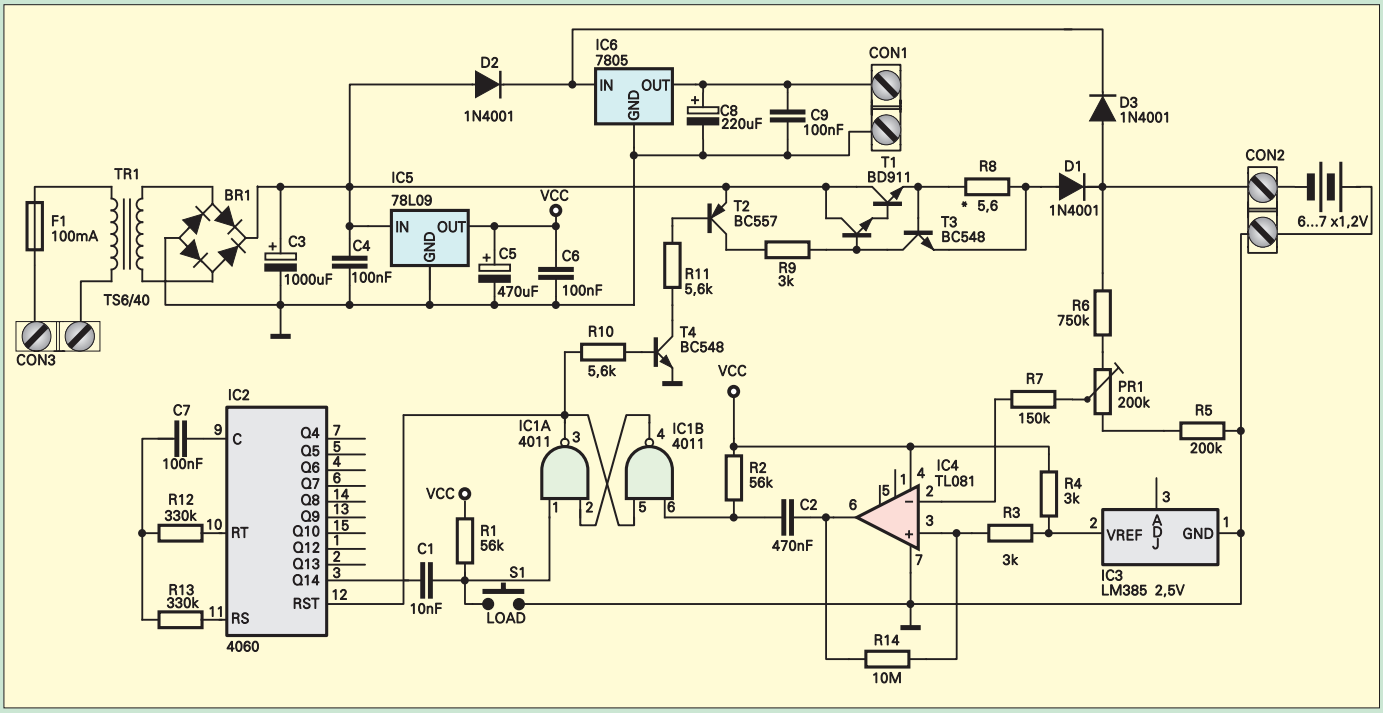
Do czego to służy?

Zasilaczy najróżniejszego rodzaju opisaliśmy już na łamach EdW bardzo wiele. Praktyka jednak wykazuje, że zapotrzebowanie na te układy jest bardzo duże, ponieważ niemal do każdego układu elektronicznego można dostosować zasilacz o zupełnie odmiennych parametrach.

Jak wielkie znaczenie ma zapewnienie nieustannego dopływy prądu do niektórych urządzeń elektronicznych, wie każdy elektronik. Nie tylko zresztą elektronik, ponieważ nie ma chyba nikogo, komu nie przydarzyłaby się niemiła przygoda polegająca na krótkotrwałym wyłączeniu prądu pod sam koniec kilkugodzinnej pracy np. w edytorze tekstowym. Do systemów komputerowych produkowane są specjalne zasilacze, tzw. UPS (Uninterruptible Power Supply), urządzenia stosunkowo kosztowne. Stosowanie takiego układu ma sens jedynie przy systemach komputerowych wymagających stałego i niezawodnego zasilania oraz przy zasilaniu bardzo rozbudowanych i pobierających dużo prądu układów elektronicznych i elektrycznych.

My zbudujemy sobie coś znacznie prostszego i tańszego: uniwersalny zasilacz do systemów cyfrowych. Układ ten został zaprojektowany i wykonany w ściśle określonym celu: miał on zasilać bez najmniejszej przerwy przez okres dwóch lat zegar. Zegar dość specyficznej budowy, zliczający sekundy, minuty, godziny i dni jakie nam pozostały do końca XX stulecia. Proponowany układ można jednak zastosować do zasilania dowolnego urządzenia cyfrowego, lub innego wymagającego bezawaryjnego dostarczania napięcia +5VDC. Jako awaryjne źródło prądu w układzie modelowym zastosowałem sześć akumulatorów NiCd połączonych szeregowo – typowy pakiet stosowany w modelarstwie do zasilania silników samolotów z napędem elektrycznym. Akumulatory takie cechuje szczególnie wysoka jakość i odporność na warunki zewnętrzne, co niestety okupione jest ich dość wysoką ceną. W typowych zastosowaniach można jednak użyć zwykłych ogniw NiCd, np. wymiaru baterii R6, o pojemności do 1000mAh. Można także rozważyć zastosowanie akumulatora kwasowego o napięciu 12V. Nie jest to jednak rozwiązanie najlepsze ze względu na znaczną moc strat jaka wydzielałby się na stabilizatorze napięcia.

Rys. 1. Schemat ideowy



Najistotniejszą zaletą proponowanego zasilacza jest to, że doładowuje on baterię akumulatorów nie stałym prądem, lecz impulsowo, w określonych odstępach czasu. Jest to bardzo ważna cecha, ponieważ jak wiadomo, akumulatory NiCd wyjątkowo „nie lubią" doładowywania ich stałym prądem, co najczęściej ma miejsce w konstrukcjach awaryjnego zasilania.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu zasilacza został pokazany na **rysunku 1**. Jak widać, układ jest bardzo prosty i jego omówienie nie zajmie nam z pewnością wiele czasu.

Napięcie zasilające wszystkie elementy układu dostarczane jest z transformatora sieciowego TR1, prostowane w prostowniku pełnookresowym BR1 i wygładzane za pomocą kondensatora C3. Następnie kierowane jest do trzech podstawowych bloków układu, które kolejno omówimy.

Fragment urządzenia zbudowany z wykorzystaniem scalonego stabilizatora napięcia typu 7805 – IC6 jest typowo skonstruowanym zasilaczem dostarczającym napięcia do zasilanego układu i nie jest wart szerszego omówienia. Podobnie ma się sprawa z układem IC5, którego zadaniem jest zasilanie całego naszego układu. Pozostańmy natomiast chwilę przy układzie zbudowanym na tranzystorach T1 ...T4. Zadaniem tego bloku funkcjonalnego układu zasilacza, pracującego jako dość stabilne źródło prądowe jest dostarczanie stałego prądu ładowania baterii akumulatorów. Prąd ten określony jest wartością rezystora R8, na którym dzięki sprzężeniu zwrotnemu poprzez tranzystor T3 utrzymuje się stałe napięcie ok. 0,6V. Wartość tego rezystora musi być dostosowana do pojemności współpracujących z układem akumulatorów. Bateria zastosowana w układzie modelowym miała pojemność 1000mA i stąd, przy założeniu ładowania i doładowywania akumulatorów prądem dziesięciogodzinnym, wartość ta wyniosła 5,6Ω. Wartość rezystora R8 dla innych pojemności akumulatorów łatwo obliczyć korzystając z wzoru: R = U/I gdzie U = 0,6V, a I = 1/10 pojemności baterii akumulatorów.

Należy zauważyć, że bateria akumulatorów będzie ładowana tylko wtedy, kiedy tranzystor T2 będzie pozostawał włączony, czyli wtedy kiedy baza tranzystora T4 będzie spolaryzowana, co wykorzystywane jest przez układ sterujący ładowaniem i doładowywaniem baterii.

A więc dobrze, zbudowaliśmy już nasz zasilacz i dołączyliśmy do niego baterię akumulatorów, chyba naładowaną do wymaganego poziomu. Na wszelki wypadek naciskamy więc przycisk „LOAD" powodując włączenie przerzutnika R-S zbudowanego na bramkach NAND IC1A i IC1B. Konsekwencją tego faktu będzie spolaryzowanie bazy T4, rozpoczęcie ładowania akumulatora i powolne narastanie napięcia na jej zaciskach.

Wykaz elementów

Rezystory
- PR1 potencjometr montażowy miniaturowy: 200kΩ
- R1, R2: 56kΩ
- R3, R4, R9: 3kΩ
- R5: 200kΩ
- R6: 750kΩ
- R7: 150kΩ
- R8: 5,6Ω (patrz tekst)
- R11, R10: 5,6kΩ
- R12, R13: 330kΩ
- R14: 10MΩ

Kondensatory
- C1: 10nF
- C2: 470nF
- C3: 1000µF/16
- C4, C6, C7, C9: 100nF
- C5: 470µF/16
- C8: 220µF/16

Półprzewodniki
- BR1 mostek prostowniczy 1A
- D1, D2, D3: 1N4001 lub odpowiednik
- IC1: 4011
- IC2: 4060
- IC3: LM385 – 2,5v
- IC4: TL081 lub odpowiednik
- IC5: 78L09
- IC6: 7805
- T1: BD911 lub odpowiednik
- T2: BC557 lub odpowiednik
- T3, T4: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe
- CON1, CON2, CON3: ARK2
- F1: plastykowa oprawka bezpiecznika + bezpiecznik 100mA
- TR1: transformator sieciowy TS6/40

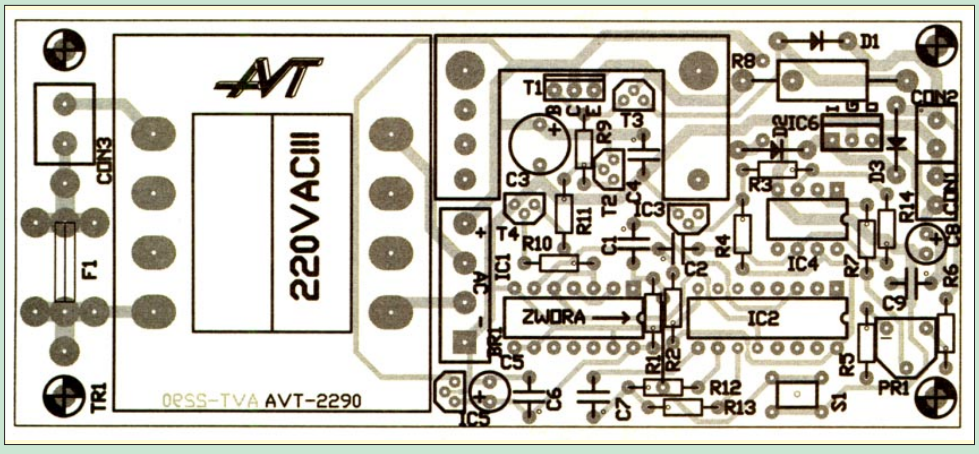
Uwaga! Akumulatorki nie wchodzą w skład kitu AVT-2290B.

Wzmacniacz operacyjny IC4 pracuje w naszym układzie jako komparator, porównując napięcia z wysokostabilnego wzorca zbudowanego z wykorzystaniem układu IC3 z napięciem na akumulatorze, a właściwie z proporcjonalnym do niego napięciem uzyskiwanym z dzielnika R6, PR1, R5. Ładowanie akumulatorów trwa aż do momentu, kiedy napięcie na wejściu 2 IC4 stanie się wyższe od napięcia wzorca, czyli od 2,5V. Krótki impuls ujemny z wyjścia komparatora napięcia zostaje w tym momencie przekazany na wejście zerujące przerzutnika R-S powodując jego natychmiastowe wyłączenie, a także odłączenie prądu ładowania akumulatorów.

Zauważmy teraz, że podczas ładowania akumulatorów licznik binarny zawarty w strukturze układu scalonego IC2 nie pracował, zablokowany stanem wysokim panującym na jego wejściu zerującym. Obecnie rozpoczyna on pracę zliczając impulsy, których częstotliwość zależna jest od wartości rezystancji R12 i R13 oraz pojemności C7.

c.d. na str. 62

Rys. 2. Schemat montażowy



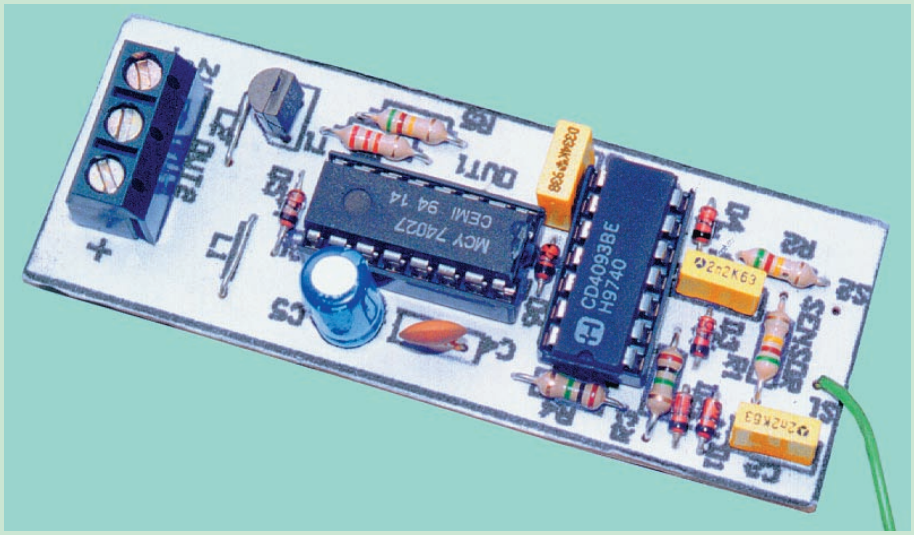
Przełącznik dotykowy

Do czego to służy?

Niżej opisany włącznik reaguje na dotknięcie czujnika palcem. Zastosowanie tego włącznika może być różnorodne np. po dołączeniu przekaźnika może służyć jako włącznik światła czy jako czujnik do alarmu reagujący na dotknięcie na przykład klamki.

Przed zaprojektowanie moich wyłączników wykonałem najpierw eksperymenty z wyłącznikiem AVT-2011. Do testów wykorzystałem wiertarkę i metalowy śrubokręt.

Proponowana wersja przełącznika jest w całości wykonana przy użyciu elementów CMOS. Układ jest wyposażony nie w jeden sensor lecz dwa. Pierwotna idea miała polegać na tym, że dwa sensory będzie się łączyło z metalową płytką w dwóch miejscach, a układ będzie reagował tylko wtedy, gdy na obu wejściach sensorów będzie taki sam potencjał. Układ od razu działał po zaprojektowaniu i zmontowaniu. Po próbach okazało się, że układ jeszcze bardziej jest odporny na różne zakłócenia, gdy oba wejścia czujników są zwarte.



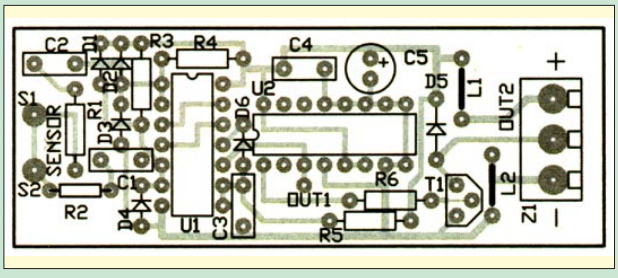
Jak to działa?

Schemat ideowy włącznika znajduje się na **rysunku 1**. Układ składa się tylko z dwóch układów CMOS i jest włącznikiem z dwoma czujnikami. Reaguje na dotknięcie tylko wtedy, gdy na obu wejściach (czujnikach) pojawi się taki sam stan. W roli układów sensorowych występują bramki CMOS U1A i U1B, dzięki czemu układ posiada dużą czułość, zależną jedynie od wartości rezystorów R3 i R4. Diody D1 – D4 zabezpieczają wejścia bramek przed przepięciami. Elementy R1, R2, C1 i C2 służą do wygenerowania ujemnego impulsu po dotknięciu sensorów (w stosunku do plusa zasilania). Zmiana stanu bramki U1D z wysokiego na niski, następuje tylko wtedy, gdy na obu wyjściach bramek U1A i U1B pojawi się stan wysoki. Bramki U1C i U1D wraz z elementami D6, C3 i R5 tworzą przerzutnik monostabilny przewidziany w celu wydłużenia impulsu wejściowego. Sygnał z wyjścia U1C steruje wejściem zegarowym przerzutnika J-K (U2A) w konfiguracji włącz/wyłącz. Wyjście układu U2A steruje tranzystorem T1, dzięki czemu można po podłączeniu zewnętrznego przekaźnika sterować większymi obciążeniami. Dioda D5 zabezpiecza tranzystor, natomiast R6 ogranicza prąd bazy tego tranzystora. Elementy L1, L2, C4 oraz C5 zabezpieczają przed zakłóceniami. W układzie znajduje się dodatkowe wyjście oznaczone OUT1. Może ono służyć po zmianie elementów R5 i C3 do włączana innych urządzeń na określony czas.

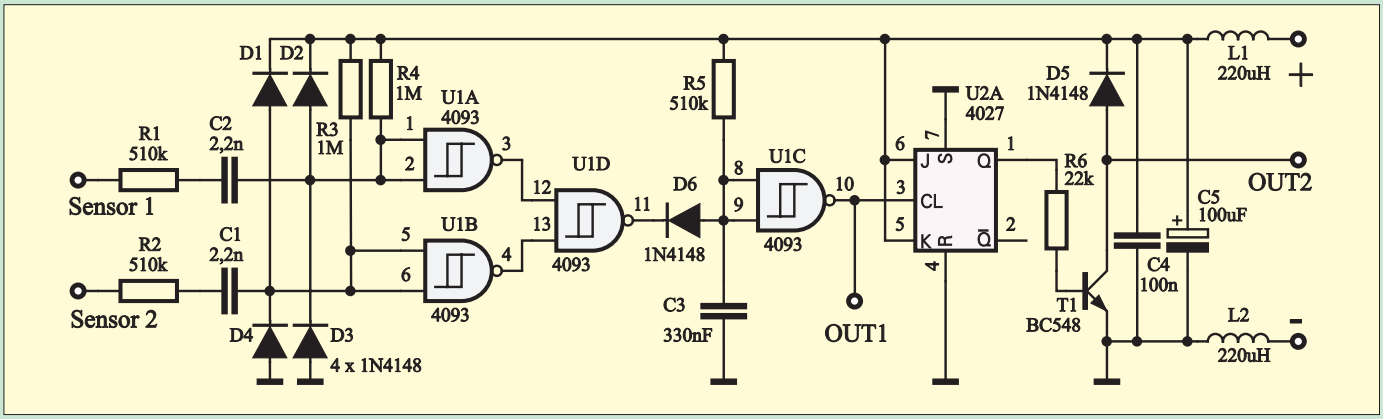
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** przedstawiony został widok płytki obwodu drukowanego i rozmieszczenie elementów. Układ montuje się zgodnie z ogólnie znanymi zasadami czyli rozpoczynając montaż od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Wykonanie płytki dotykowej sensora zależy jedynie od pomysłowości czytelnika: może to być blaszka lub nawet odcinek drutu.

Rys. 2. Schemat montażowy



Rys. 1. Schemat ideowy



Jeżeli blaszka czy przewód będą połączone z dwoma wejściami układu, to na płytce należy przeciąć ścieżkę w miejscu oznaczonym X. Jednak z przeprowadzonych testów wynika, iż lepsze efekty uzyskano gdy oba wejścia były połączone na płytce, natomiast czujnik był dołączony do jednego z wejść S1 lub S2.

Marcin Wiązania

Od Redakcji. *Jest to jeden z dwóch projektów nadesłanych przez Autora w ramach rozwiązania zadania nr 27 w Szkole Konstruktorów. W stosunku do oryginalnej propozycji Autora wprowadzono tylko jedną drobną poprawkę polegającą na zwiększeniu rezystancji R3, R4 z 1MΩ do 10MΩ, co radykalnie zwiększyło czułość układu. Zgodnie ze wskazówkami podanymi w tym numerze w Szkole Konstruktorów dla dodatkowego filtrowania sygnału z czujnika, równolegle do diod D3, D4 można włączyć kondensatory o pojemności 220...330pF. Układ może pracować także przy zwarciu kondensatorów C1 i C2.*

Uwaga! Układ może nie działać poprawnie, jeśli będzie zasilany z baterii, a nie z zasilacza sieciowego. Przy zasilaniu bateryjnym masę układu należy połączyć z ziemią bezpośrednio lub przez rezystancję do 1MΩ lub pojemność nie mniejszą niż 10nF.

Wykaz elementów

Rezystory
R1,R2,R5: 510kΩ
R3,R4: 10 MΩ
R6: 22kΩ

Kondensatory
C1,C2: 2,2nF
C3: 330nF
C4: 100nF (ceramiczny)
C5: 100µF

Półprzewodniki
U1: 4093
U2: 4027
D1 – D6: 1N4148
T1: BC548 (dowolny npn)

Pozostałe
ARK3: 1 szt.
L1,L2: 220...330µH

UPS do systemów cyfrowych (c.d. ze str. 60)

Po upływie pewnego czasu (z wartościami elementów takimi jak na schemacie ok. 1godz) opadające zbocze sygnału z najstarszego wyjścia licznika – Q14 spowoduje powtórne włączenie przerzutnika R-S i ponowne rozpoczęcie ładowania akumulatorów. Przy sprawnych akumulatorach czas ten będzie już jednak bardzo krótki. Tak więc osiągnęliśmy to, co chcieliśmy: bateria jest naładowana i okresowo doładowywana krótkimi impulsami prądu, co jak wiemy akumulatory NiCd „lubią".

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.

Rozpatrzmy teraz sposób zasilania dołączonego do naszego urządzenia odbiornika energii, np. układu cyfrowego. Jeżeli w sieci energetycznej jest napięcie, to odbiornik energii zasilany jest za pośrednictwem diody D2 i stabilizatora IC6. Z akumulatora żaden prąd nie płynie, ponieważ napięcie na wejściu stabilizatora 7805 jest w tym momencie znacznie wyższe niż na zaciskach baterii. W momencie przerwania dopływu energii z sieci napięcie na wejściu IC6 spada powodując przepływ prądu przez diodę D3. Zasilany układ pobiera teraz energię z akumulatora, a nam pozostaje jedynie mieć nadzieję, że elektrownia przywróci dopływ prądu przed jego rozładowaniem.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** przedstawiona została mozaika ścieżek i rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego zaprojektowanego na laminacie jednostronnym.

Niestety, nie udało mi się uniknąć konieczności zastosowania jednej zwory i od niej właśnie rozpoczniemy montaż układu. Kolejno lutujemy w płytkę rezystory, diody, podstawki pod układy scalone i elementy o największych gabarytach. Początkującym konstruktorom radzę nie montować na razie transformatora sieciowego i do regulacji układu użyć zewnętrznego zasilacza dostarczającego prądu stałego lub przemiennego o właściwym napięciu. Pozwoli to na uniknięcie konieczności dokonywania regulacji na płytce, której część znajduje się pod niebezpiecznym dla życia napięciem sieci energetycznej.

Zmontowany z dobrych elementów układ zasilacza nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji, do której wykonania będziemy potrzebować jedynie woltomierza, najlepiej cyfrowego. Do naszego dołączamy napięcie z zasilacza pomocniczego lub (mniej zalecane) dołączamy napięcie sieci do złącza CON3. Do wyjścia CON2 przyłączamy baterię złożoną z 6 akumulatorków NiCd, a suwak potencjometru montażowego PR1 ustawiamy w położeniu najbliżej masy. Następnie dołączamy woltomierz ustawiony na odpowiedni zakres do zacisków akumulatora i naciskamy przycisk LOAD. Napięcie na zaciskach akumulatora zacznie powoli narastać i w zależności od stanu ich rozładowania osiągnie po pewnym (maksymalnie po 10 godz.) czasie 8,28V. Będzie to sygnałem, że akumulatory są już w pełni naładowane. Teraz delikatnie i powoli przekręcając potencjometr montażowy doprowadzamy do pojawienia się stanu wysokiego na wyjściu 4 bramki IC1B, co będzie świadczyć o odłączeniu prądu ładowania.

Od tego momentu możemy uważać zbudowany układ za gotowy do pracy.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2290.

Nietypowe zastosowania serwomechanizmów modelarskich

Podczas konstruowania dla Was układów sterownia serwomechanizmami modelarskimi przydarzyły mi się dwie, przykre przygody. Zawsze powtarzam, że tylko ten się nie myli, kto nic nie robi, no i pomyliłem się! Jeden z serwomechanizmów nie wytrzymał odwrotnego podłączenia zasilania (i to w dodatku 15 zamiast 6V) i jego układ elektroniczny dosłownie poszedł z dymem. Konsekwencją kolejnego przejawu mojego roztargnienia było „zwalenie" przekładni mechanicznej w kolejnym serwomechanizmie, pozostawionym pod pełnym obciążeniem na wiele godzin. Naprawa uszkodzonej przekładni była absolutnie niemożliwa, a nawet gdyby była, to wartość robocizny włożonej w taką naprawę wielokrotnie przekroczyłaby koszt zakupu nowego urządzenia. Także wymiana spalonego układu scalonego w drugim serwie była nie do pomyślenia, ponieważ są to układy wyspecjalizowane, produkowane na specjalne zamówienie firm wytwarzających aparatury do zdalnego sterowania modeli.

Tak więc leżały przede mną dwa uszkodzone serwa, jakby nie było dość kosztowne. Co więc miałem z niemi zrobić, wyrzucić na śmietnik? Właściwie, w moim przypadku miałem jedno rozwiązanie, pozwalające na ocalenie jednego serwa: po prostu mogłem połączyć sprawną elektronikę z nieuszkodzoną przekładnią mechaniczną, a resztę wyrzucić. Pomyślałem jednak o moich Czytelnikach, w których rękach może znaleźć się tylko jedno uszkodzone serwo i przeprowadziłem kilka eksperymentów.

Najpierw zająłem się serwomechanizmem z uszkodzoną elektroniką. Po otwarciu obudowy ujrzałem iście przerażający widok prawie doszczętnie wypalonej płytki obwodu drukowanego, która natychmiast została odłączona od reszty elementów i powędrowała do śmietnika. No i co dalej? Leżała przede mną kompletna i sprawna przekładnia mechaniczna, silnik o bardzo dużej jak na swoje wymiary mocy oraz kompletna obudowa. Wszystko to razem mogłoby zostać zastosowane jako np. układ napędowy do modelu pojazdu, gdyby nie jeden problem. Jak wiecie, większość serw modelarskich może obracać się o kąt równy 60 lub 90°, a stosując wydłużanie i skracanie impulsów sterujących poza normę przewidzianą dla aparatur RC możemy uzyskać zwiększenie tego kąta do maksymalnie 270°. Na wale napędowym serwa znajduje się specjalny występ uniemożliwiający jego obrócenie się o większy kąt. Stosowanie takiego zabezpieczenia jest absolutnie niezbędne w sprawnym serwomechanizmie, ponieważ bez niego mogłoby dojść do uszkodzenia styków potencjometru. Tak więc wiemy już co robić:

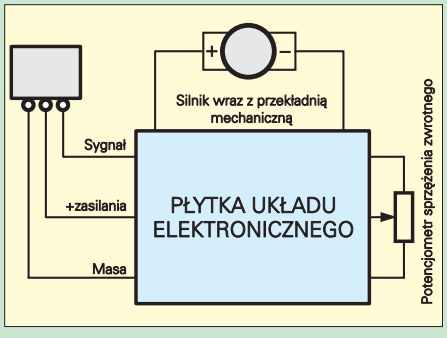
Mechanizm rozkładamy na części, zapamiętując wzajemne położenie kółek zębatych i usuwamy występ na wale napędowym ograniczający kąt jego obrotu. Usuwamy niepotrzebny już potencjometr, przewody zasilające lutujemy bezpośrednio do wyprowadzeń silnika i starannie składamy z powrotem serwo.

I tak z popsutego urządzenia, które większość ludzi po prostu by wyrzuciło, uzyskaliśmy doskonały układ napędowy, który ... został już nawet wypróbowany w praktyce. (W numerze 7/95 *Elektroniki Praktycznej* opublikowany został opis prostego pojazdu – zabawki, podobnego nieco do naszych „raabowozów", napędzanego właśnie dwoma takim przerobionymi serwomechanizmami. Polecam Wam lekturę wspomnianego artykułu.)

Następnie przyszła pora na zagospodarowanie serwa z trwale uszkodzoną częścią mechaniczną. Zarówno silnik jak i zębatki przekładni przedstawiały obraz kompletnej ruiny i zostały wysłane w ślady części elektronicznej pierwszego serwa. Natomiast z obudowy została „wypreparowana" płytka z sprawnym układem elektronicznym. I tu otworzyły się przed nami spore możliwości wykorzystania tego elementu.

Uważnie obejrzałem płytkę układu elektronicznego. Znajduje się na niej układ scalony w obudowie DIL14 i znaczna ilość elementów SMD ulokowanych nietypowo na spodniej stronie płytki. Niestety, układ scalony jest bardzo trudny do zidentyfikowania, ponieważ jest to kostka robiona na specjalne zamówienie firmy HITEC, znanego producenta osprzętu RC i posiadająca jedynie nic nie mówiące oznaczenie HT7001. Można jedynie przypuszczać, że układ ten jest odpowiednikiem kostki NE544, ale żadnej pewności bez dokładnej analizy układu elektronicznego umieszczonego na płytce mieć nie możemy.

Schemat blokowy wewnętrznej budowy serwa został pokazany na **rysunku 1**.



Rys. 1.

Mogę zaproponować Wam przynajmniej trzy możliwości wykorzystania sprawnej części elektronicznej serwa.

Może on, po niewielkiej przeróbce służyć jako układ sterujący przekaźnikiem włączającym dowolne dodatkowe urządzenia w modelu lub innej urządzeniu sterowanym metodą proporcjonalną. Przekaźnik będzie się włączał i wyłączał w zależności od pozycji sterującego nim drążka manipulatora w nadajniku aparatury zdalnego sterowania lub innego układu sterującego. Aby dokonać przeróbki układu musimy wykonać następujące czynności:

Do płytki dochodzi 8 przewodów, w trzech wiązkach. Trzy przewody zakończone wtykiem pozostawiłem bez zmian,

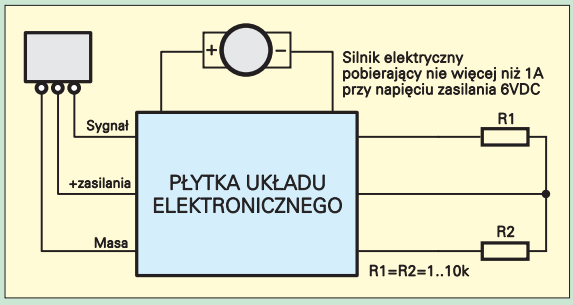
Serwomechanizmy modelarskie już w ofercie handlowej AVT!

Dane techniczne standardowego serwomechanizmu firmy HITEC typu **HS300**

Napięcie zasilania:	typowe 4,8...6VDC
Kąt obrotu przy sterowaniu typowymi impulsami (1...2ms):	60°
Kąt obrotu przy sterowaniu impulsami 0,5...3ms:	190°

Zapytania o bliższe informacje i zamówienia prosimy kierować do Działu Handlowego AVT

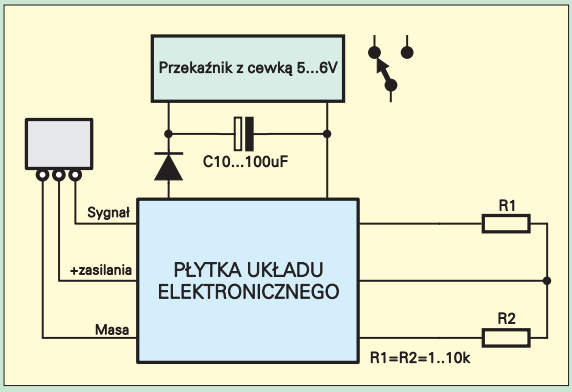
będą one dalej służyć do połączenia naszego układu z odbiornikiem. Przewody prowadzące poprzednio do silnika także zostaną później wykorzystane, a nas interesują w tej chwili trzy przewody prowadzące do potencjometru sprzężenia zwrotnego. Jedynymi elementami elektronicznymi w jakie musimy się zaopatrzyć są dwa rezystory o jednakowej wartości, o możliwie małych rozmiarach. Ich rezystancja nie jest krytyczna, ze względu na wielką rezystancję wejściową zastosowanego układu scalonego rezystory te mogą mieć wartość od ok. 1kΩ do ok. 10kΩ. Przewody prowadzące do potencjometru delikatnie wylutowujemy z płytki, dokładnie zapamiętując miejsce ich uprzedniego wlutowania. Ze względu na znaczne zagęszczenie elementów na spodniej stronie płytki czynność tą musimy wykonać z największą uwagą, aby nie zewrzeć ze sobą punktów lutowniczych i ścieżek. Następnie w miejsce przewodów wlutowujemy rezystory tak, jak pokazano na **rysunku 2**.



Rys. 2.

Warto teraz zastanowić się, co właściwie zrobiliśmy? Po prostu dokonaliśmy małego oszustwa: układ scalony będzie teraz „uważał", że w dalszym ciągu jest do niego dołączony potencjometr ustawiony dokładnie w środkowym położeniu. Jeżeli teraz przerobiony układ dołączymy do dekodera, to w neutralnym położeniu manipulatora nic się nie będzie działo. Sterownik „uzna" że układ wykonawczy znajduje się w właściwym położeniu i nie będzie dążył do zmiany jego pozycji. Jeżeli jednak przesuniemy dźwignię manipulatora, to sterownik odbierze sygnał nakazujący mu przesunięcie mechanizmu wykonawczego. Na wyprowadzeniach połączonych uprzednio z silnikiem pojawi się napięcie o polaryzacji zależnej od kierunku przesunięcia dźwigni manipulatora. Ponieważ potencjometr zastąpiliśmy dwoma rezystorami stałymi, to napięcie na wejściu wzmacniacza błędu pozostanie nie zmienione i prąd na wyprowadzeniach będzie płynął aż do momentu przywrócenia pierwotnego położenia manipulatora.

Na rysunku 2 pokazano sposób dołączenia przekaźnika do przerobionego elektronicznego sterownika serwa. Typ przekaźnika jest w zasadzie dowolny, ważne jest jedynie aby posiadał on cewkę dostosowaną do zasilania napięciem 5 6VDC. Zastosować należy jedynie dwa dodatkowe elementy: diodę D1, która powoduje że przekaźnik będzie włączał się jedynie przy wychyleniu drążka manipulatora w jedną stronę i kondensator wygładzający napięcie na cewce przekaźnika.

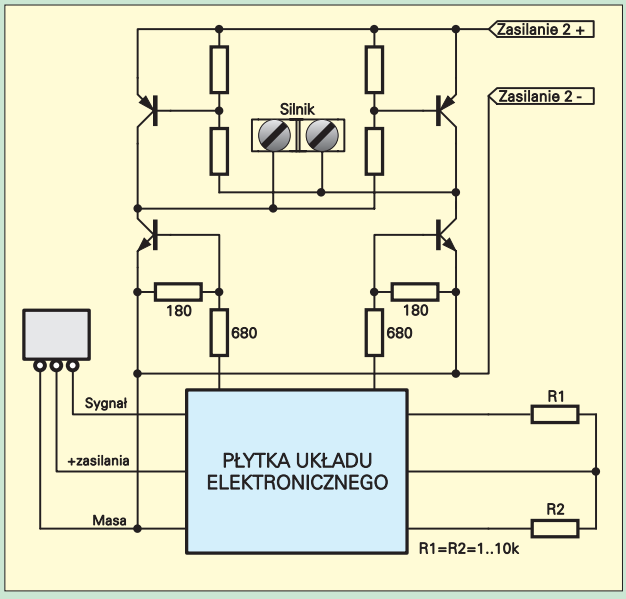


Rys. 3.

Drugą możliwością jest zastosowanie układu do sterowania silnikiem elektrycznym małej mocy (może to być silnik wymontowany z uszkodzonego serwa). Silnik włączamy dokładnie tak samo, jak włączony był silnik poruszający serwomechanizm, co pokazano na **rysunku 3**. Uzyskujemy w ten sposób możliwość zmiany kierunku obrotów, zatrzymanie silnika w położeniu neutralnym drążka manipulatora i regulację szybkości obrotowej (w dość ograniczonym zakresie). Silnik dołączony jest do mostka tranzystorowego znajdującego się wewnątrz struktury niezidentyfikowanego układu scalonego. Wszystkie zjawiska będą zachodziły podobnie, jak w przypadku sterowania przekaźnikiem, z dwoma wyjątkami. Po pierwsze silnik będzie mógł obracać się w dwóch kierunkach i zatrzymywać się w położeniu neutralnym. Po drugie wykorzystamy tu jeszcze jedną, nie opisywaną dotąd cechę elektronicznego sterownika serwomechanizmu. Steruje on nie tylko kierunkiem obrotów silnika i jego zatrzymywaniem. Silnik może obracać się ze zmienną prędkością, regulowaną za pomocą metody PWM. Im sygnał błędu pochodzący z porównania napięcia na potencjometrze i sygnałem wejściowym będzie większy, tym szybciej silnik będzie się obracał. Co z tego wszystkiego wynika? Ano to, że otrzymaliśmy właśnie zupełnie przyzwoity sterownik silnika napędowego do modelu pojazdu kołowego lub pływającego, i to dość niewielkim kosztem! Oczywiście, silnik taki może zostać zastosowany w dowolnym innym urządzeniu sterowanym zdalnie metodą proporcjonalną. Jedyny ograniczeniem jest to, że silnik musi być zasilany napięciem z przedziału 4,8 ... 6VDC i nie może pobierać większego prądu niż 0,5A (1A przez krótkie momenty). Jest to na tyle poważne ograniczenie, redukujące moc silnika do praktycznie 3W, że warto pomyśleć, czy nie dałoby się czegoś na to poradzić. Można, i to jest właśnie ta trzecia możliwość wykorzystania sprawnego układu elektronicznego wyjętego z uszkodzonego serwomechanizmu.

Schemat proponowanego rozwiązania został pokazany na **rysunku 4**. Ale uwaga, układ pokazany na schemacie nie jest projektem AVT, ale jedynie propozycją popartą wystarczającą ilością doświadczeń praktycznych. Sterownik silników elektrycznych o mocy do kilkuset watów pracujących w układach sterowanych w systemie proporcjonalnym (m. in. w samolotach o napędzie elektrycznym) jest obecnie w ostatnim stadium opracowywania, a układ o którym mówimy dzisiaj jest jedynie rozwiązaniem zastępczym, awaryjnym. Nie będziemy więc zajmować się szczegółową analizą schematu, ponieważ sądzę, że Czytelnicy EdW wiedzą już dostatecznie dużo o budowie serwomechanizmów, aby go zrozumieć.

Rys. 4.



Zbigniew Raabe

CYFROWE WIDEO

Prawdziwa publiczna premiera cyfrowego wideo odbyła się w roku 1996.Wtedy to firma JVC – w której, nie należy o tym zapominać, narodził się system VHS – wylansowała pierwszą cyfrową kieszonkową kamerę wideo ... a za nią natychmiast podążyła firma Sony! Po tej pierwszej kamerze powstało wiele następnych, a liczni konstruktorzy zaczęli w tej dziedzinie próbować swoich sił.

Cyfrowa rejestracja ruchomych obrazów jest jeszcze kosztowna, ale pojawiły się już wideokamery cyfrowe w cenie około 5500zł, które niewątpliwie będą dalej tanieć. A równocześnie jakość techniczna wideo osiąga poziom profesjonalny. Obraz stał się bardziej szczegółowy, kolory wierniejsze, kontury precyzyjniejsze, a możliwości montażu zdumiewające, i to bez degradacji jakości oryginału. Dziwi trochę, że tylko JVC wraz ze swoją wideokamerą cyfrową GR-DVX Pro dostarcza komputerowego programu montażowego. Inni wytwórcy poprzestają na dodawaniu do swoich kamer programów do przechwytywania obrazów pojedynczych.

Z nazwą cyfrowego wideo wiąże się pewna dwuznaczność, chodzi tu bowiem w rzeczywistości zarówno o obrazy animowane jak i o nieruchome. Wideokamery cyfrowe mogą bowiem również działać tak samo jak cyfrowe aparaty fotograficzne. Ale o możliwościach nieporównywalnie większych w porównaniu z tymi ostatnimi. Trzeba sobie wyobrazić amplitudę zoomu wideokamery, liczbę jej dodatkowych efektów i regulacji. Można przewidywać, że w przyszłości wideofotokamera doskonale zastąpi oba aparaty, cyfrową wideokamerę i cyfrowy aparat fotograficzny, co usprawiedliwiłoby jej koszt. Komputerowe przetwarzanie pojedynczych klatek filmu jest przecież zupełnie możliwe. Trzeba przy tym podkreślić pomysł Canona, progresywnego omiatania w DM-MV1, który poprawia czystość obrazu.

AMATORSKIE WIDEOKAMERY CYFROWE

Wzlot wideo cyfrowego

Mówienie o wideokamerach cyfrowych w roku 1998 nie jest wcale łatwiejsze niż przed trzema laty, gdy Sony lansował swoje pierwsze kamery w formacie Digital Video czyli DV. Obecnie trzeba wziąć pod uwagę bezkasetową wideokamerę cyfrową Hitachi systemu MPEG (skrót ten oznacza standard kompresji obrazów do użytku w domowej aparaturze elektronicznej). Kamera ta, o pojemności rejestracyjnej ograniczonej na razie do 20 minut, jest przeznaczona do zastosowań półprofesjonalnych. Sygnalizuje ona z pewnością kierunek na przyszłość.

Wideokamera DV Panasonic NV-DS1

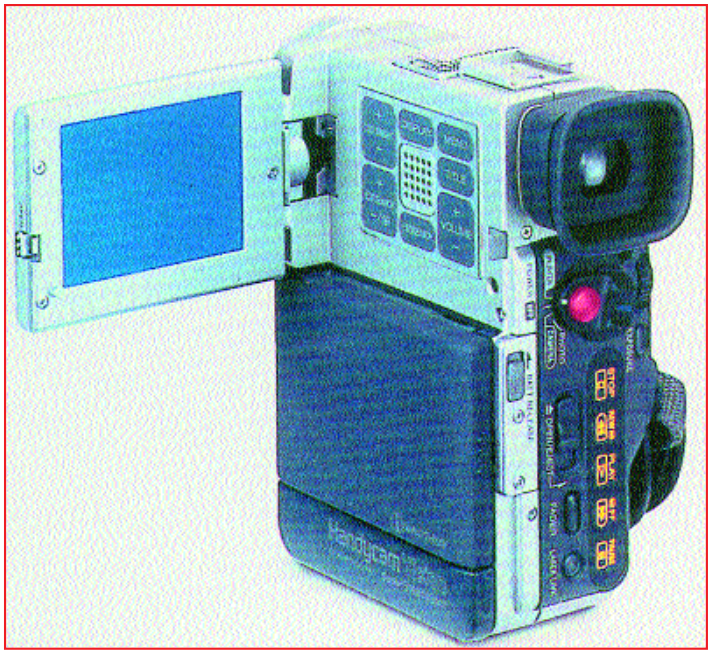
Pośrednim etapem może być DVD. Przed kilku miesiącami Panasonic zaprezentował prototyp kamery, której działanie jest oparte na tym dysku kompaktowym o wielkiej pojemności. Nie jest więc niemożliwe, że przemysł podąży w tym kierunku. Zależy to od możliwości uporania się z problemem wstrząsów i drgań, którego nie da się rozwiązać za pomocą pamięci buforowej, tak jak w przypadku odtwarzacza.

Tymczasem w amatorskich wideokamerach cyfrowych stosuje się jedynie normę DV. Najbardziej znane są kame-

Wideokamera JVC GR-DVX w roku 1997stała się sensacją. Jej dane techniczne (cyfrowy zoom 100 x) i możliwości montażowe są nadzwyczajne.

Kompletna cyfrowa wideokamera MV-1 firmy Canon, podobnie jak większość nowych typów służy nie tylko do filmowania, ale także do fotografowania.

Ukazały się magnetowidy do formatu DV. Umożliwiają zapis i montaż cyfrowy wideo wraz z dźwiękiem. Na fotografii model NV-DV 5000 Panasonic.



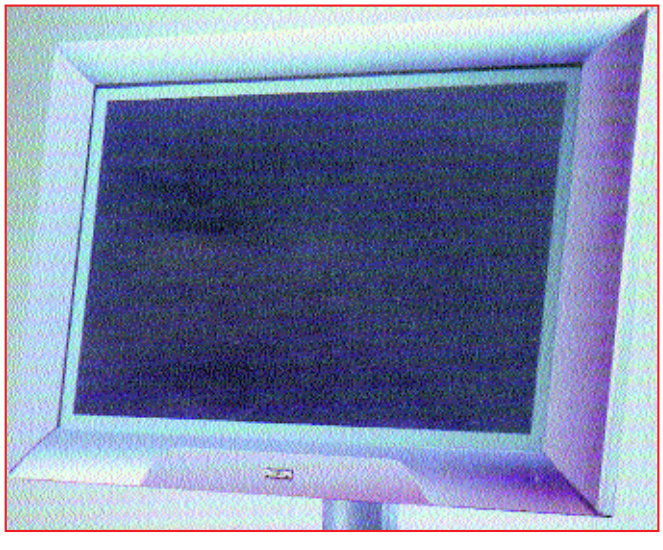
Cyfrowe wideokamery szybko przejmują część rynku. Jednym z liderów w tej dziedzinie jest Sony. Poniżej DCR-P10, najnowszy model tej firmy z ekranem ciekłokrystalicznym złożony z 810000 pikseli.

ry serii GR-DV firmy JVC ze słynną GR-DVX Pro, która jako jedyna jest dostarczana wraz z komputerowym programem do montażu filmów. JVC oferuje także model podstawowy za około 5500zł i GR-DVL 9000 z konfiguracją poziomą i progresywnym odchylaniem. Konfigurację tę stosuje także Panasonic w swojej NV-DS5 z największym jak dotychczas monitorem ciekłokrystalicznym oraz NV-DS1 (którą można także znaleźć w ofercie Grundiga).

Canon wszedł na ten rynek późno ale spektakularnie kamerą DM-MV1, bardzo udanym cyfrowym mariażem fotografii z wideo. To właśnie ta firma wprowadziła odchylanie progresywne, zapewniające najwyższą jakość obrazów stacjonarnych., które po wydrukowaniu na drukarce typu foto, aż do formatu 24 x 30 nie ustępują jakości fotografiom fotochemicznym. Jako przedłużenie swojej serii Hi8, z wymiennymi obiektywami, Canon ma z wiosną wypuścić model DM-LX1, półprofesjonalny chyba tylko ze względu na cenę. Jest to konstrukcja całkowicie nowatorska, z trzema CCD, najskuteczniejszym obecnie stabilizatorem obrazu i sterowaniem zapisu dźwięku.

Seria DV firmy Sony została poszerzona o model poziomy DCR-PC10 i pionowy DCR-TRV9. Oba są oczywiście wyposażone w wizjer konwencjonalny i w monitor.

ZMIANA TELEWIZORA

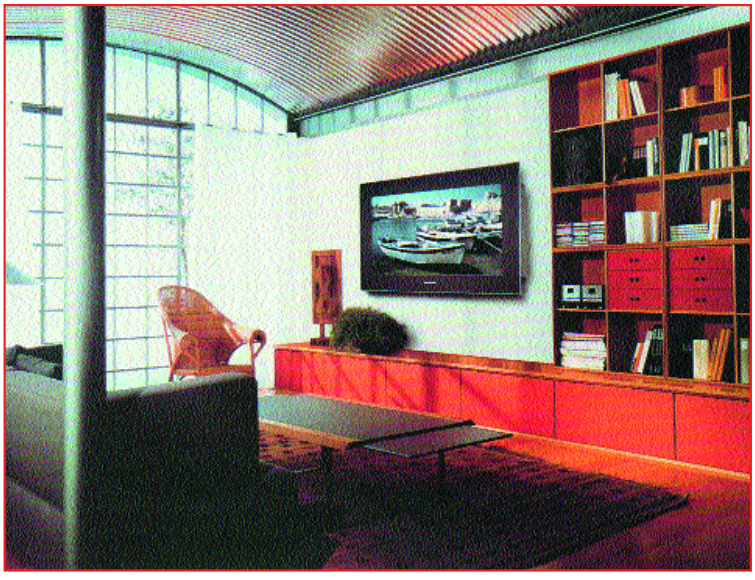


Płaski telewizor Philipsa z ekranem o przekątnej 106cm dysponuje wyposażeniem, które zrewolucjonizuje nasze mieszkania. Należy do niego oczywiście wejście VGA do połączenia z komputerem.

Nic już nie będzie takie jak dotychczas!

Odkąd istnieje telewizja (sześćdziesiąt lat) i telewizja kolorowa (trzydzieści lat) uważa się, że o naszym okienku na świat już wszystko wiadomo. Tymczasem, tak pod względem technicznym jak i użytkowym, przechodzi ona radykalną przemianę.

Nowe standardy – PALplus, filtr grzebieniowy, 100Hz, nowe kineskopy o mniej zaokrąglonych narożach, w oczekiwaniu na wysoką rozdzielczość (HDTV) znacznie poprawiły ja-



Płaskie telewizory wiszące jak obraz na ścianie są już na rynku, ale ich cena blisko 50000zł dla przeciętnego odbiorcy jest na razie odstraszająca. Trzeba będzie jeszcze trochę poczekać.

kość obrazu – wyraźniejszymi konturami, prawdziwszymi i żywszymi kolorami, czystszą bielą i czernią. Wkrótce, wraz z wprowadzeniem wysokiej rozdzielczości, proporcje obrazu zmienią się na 16:9, lepiej odpowiadające polu widzenia człowieka. Nadawanie sygnału przechodzi z bezpośredniej drogi radiowej na kablową i satelitarną. Jej możliwości są fenomenalne, umożliwiają odbiór setek programów kodowanych i nie, analogowych i cyfrowych.

A telewizor przekształcił się w narzędzie multimedialne. Po przejęciu obrazów z magnetoskopu i dysku kompaktowego przejmuje gry wideo, ostatnio także obrazy z komputera i z Internetu.

TV/PC stała się przed trzema laty rzeczywistością z wszelkimi tego pozytywnymi skutkami. Jej przedłużeniem stała się WebTV w USA, a wkrótce w Europie. Trzeba przypomnieć, że ten pomysł Philipsa i Sony, do którego dołączył Microsoft, polega na połączeniu telewizora z modułem terminala, pozwalającego z łatwością poruszać się w Sieci. W rzeczywistości moduł ten jest terminalem programu nadawanego przez tę samą firmę, przesyłanego na zasadzie abonamentowej.

Także Panasonic zademonstrował ostatnio telewizor, przy którego pomocy można nawiązać dialog z Internetem, jednak bez korzystania z usług WebTV.

Ale obecna rewolucja w telewizji to niewątpliwie ekran do zawieszenia na ścianie. Z końcem roku 1997 JVC i Philips wprowadziły na rynek Flat TV. To była premiera. Czytelnicy wiedzą już coś zapewne o tym nowym produkcie. Przekątna ekranu 106cm, grubość 11,5cm, technika PDP, obraz 16:9 i wszystkie parametry telewizora wysokiej jakości. Istnieje już co najmniej tuzin produktów konkurujących z Philipsem i JVC w dziedzinie płaskich telewizorów (ale na rynku tylko dwa), a technika ta szybko rozszerzy się także na inne rozmiary ekranu. Jej zastosowania są liczne.

Dla odbiorcy prywatnego myśli się oczywiście o kinie domowym do oglądania filmów i wielkich spektakli. Z wielkości takiego ekranu i użytej techniki z pewnością będą mogły skorzystać gry wideo i multimedia.

Ekran ten w zastosowaniach profesjonalnych służyłby do informacji w halach recepcyjnych, na lotniskach, dworcach, jako przewodnik audiowizualny, do celów prezentacji technicznej i do zinformatyzowanych pokazów konferencyjnych.

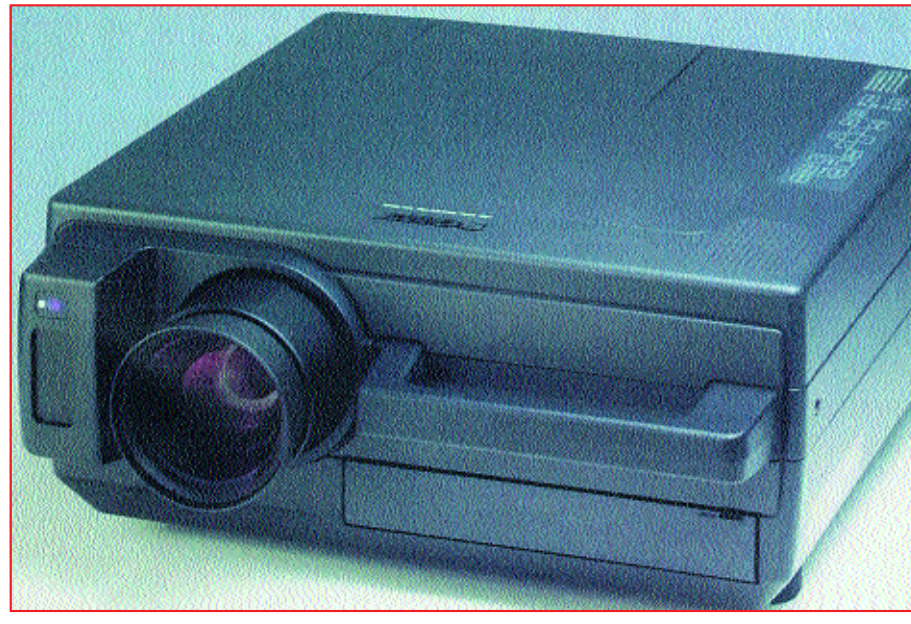
Płaski telewizor JVC o przekątnej ekranu 106cm integruje się doskonale z systemem kina domowego.

Przepyszny obraz w wielkim formacie 1,2m. Płaskoekranowy telewizor ciekłokrystaliczny firmy Sony z projekcją z za ekranu i o minimalnej grubości idealnie nadaje się do kina domowego czy prezentacji komputerowych.

Kontakt z Internetem na ekranie telewizora jest łatwy. Odbiornik powinien być wyposażony w wejście VGA do połączenia z komputerem, zawierać zintegrowany komputer, albo umożliwiać łączenie się z dekoderem Sieci.

Przyszłe telewizory radykalnie zmienią nasze zwyczaje.

Przy zakupie telewizora należy dokładnie zapoznać się z jego wyposażeniem i sprawdzić z czym daje się połączyć. Dysponujący dźwiękiem Dolby Digital odbiornik 32MW7DG firmy Toshiba za około 8050zł jest przygotowany do potrzeb



Warto kupić telewizor formatu 16:9, aby przygotować się na przy-

CYFROWE WIDEO

Przetwarzanie i montaż cyfrowego wideo
Montaż wirtualny

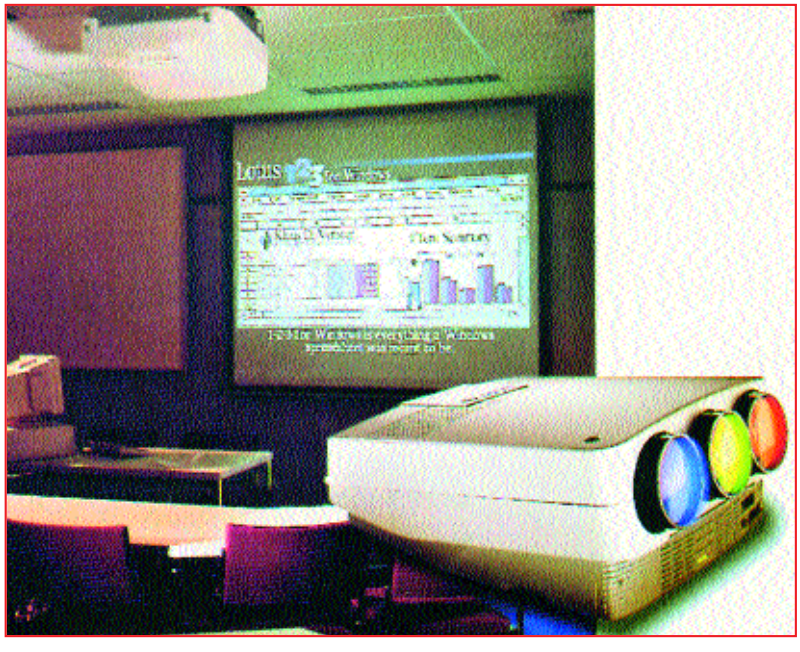
Weterani Super 8 z łezką w oku przypominają sobie urządzenia do montażu filmów. Przeglądarka, obcinarka, nożyczki, taśma klejąca lub klej. Szczyt prostoty nieosiągalny w wideo. Teraz, dzięki informatyce, skomplikowany montaż wideo należy do przeszłości.

W celu rozpoczęcia montażu filmów wideo wystarczy z telewizorem połączyć magnetowid Casablanca. Oto cyfrowy magnetowid Casablanca z dyskiem twardym, wirtualną ławą montażową, generatorem tytułów i efektów 2D i 3D (dwu- i trój-wymiarowych). Wraz nim są dostarczane liczne programy.

Obecnie przed montażystą otwierają się trzy możliwości. Albo karty Fast i Miro, dość trudne do opanowania, wymagają bowiem rozbudowanej konfiguracji komputerowej, zwłaszcza w zakresie twardego dysku, który musi wszystko pomieścić. Albo zakup wideokamery GR-DVX Pro firmy JVC. Otrzymuje się wraz z nią proste i precyzyjne oprogramowanie do montażu, ale wiąże ono nabywcę z producentem i jego protokołem komunikacyjnym JLIP. Można też zdecydować się na Casablanca. Nie chodzi tu o miasto, lecz o system montażu wirtualnego w wersji 2.0. Jest to chyba rozwiązanie najsprawniejsze,

Na rynku można znaleźć wiele programów do montażu filmów wideo.

a z pewnością najbardziej uniwersalne. Nadaje się do dowolnego materiału, cyfrowego lub analogowego. Nie wymaga komputera, wystarczy mu jedynie monitor lub domowy telewizor. Kosztuje od 880 do 18000zł) w zależności od pojemności twardego dysku, od 4 do 23 GB. Nie wymaga też żadnej wiedzy informatycznej. W programie użyto języka francuskiego i pracuje się „w czasie rzeczywistym", tak jakby to dotyczyło taśmy filmowej. Można też wprowadzać rozmaite efekty – przesłony, przejścia i przenikanie, a także tytuły. Jest nawet przewidziane złącze dla klawiatury komputerowej, ułatwiającej redakcję tytułów i czołówek.



Philips wypuści niebawem systemy TriMedia i TriCodec, w skład których wchodzą trzy nowe karty PC, przeznaczone do zastosowań multimedialnych dla użytkowników indywidualnych i dla firm. Na przykład wideokonferencje komputerowe, montaż wideo i sterowanie nadzorem wideo do celów nadzoru i bezpieczeństwa.

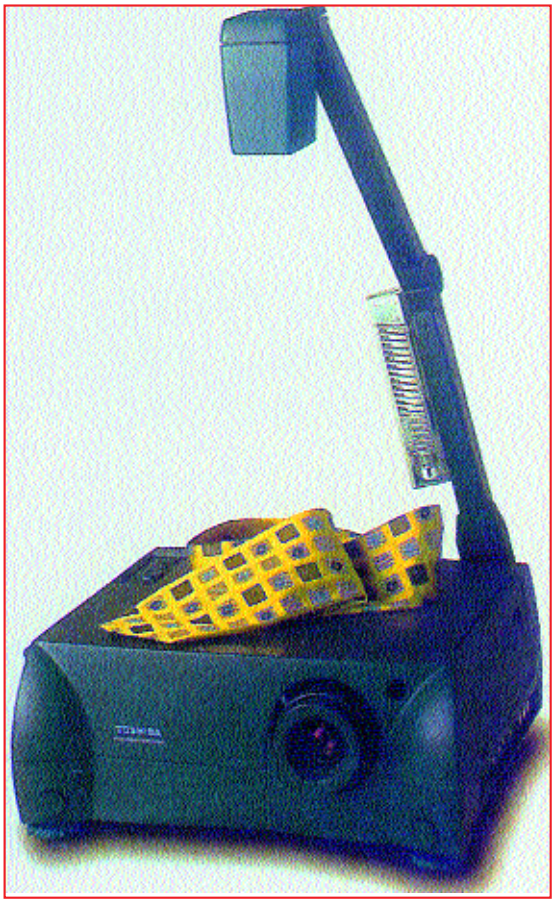
PROJEKCJA WIDEO

Projektory wideo

Stwórz sobie kino!

Barco, JVC i Sony są firmami znanymi z projektorów wideo, ale ich profesjonalne produkty nie są na przeciętną kieszeń. A jednak w Sony opracowano mały ciekłokrystaliczny projektor wideo na użytek domowy, CPJ-200. Jest on całkowicie okrągły, jest typu ciekłokrystalicznego, jego odległość projekcji wynosi 1 do 2m, i umożliwia projekcję ... nawet na sufit. Pozwala to oglądać film w łóżku. Jest dostosowany do systemu PAL i NTSC.

Również Philips i Sharp produkują całą gamę projektorów wideo. Jednak ich wysoka cena 14000 do 37000zł) predystynuje je raczej do użytku profesjonalnego. Są wykonane w warstwowej postaci ciekłokrystalicznej. Jest ona łatwiejsza w realizacji, ponieważ nie wymaga złożonej regulacji i zbieżności, bardzo delikatnej



w przypadku syntezy trzech obrazów. Niektóre telewizory wielkoekranowe zawierają projektory wideo. Są to właściwie projektory wsteczne, których obrazy są rzucane na ekran od tyłu za pośrednictwem luster.

Rozmiary ich ekranów mogą osiągać przekątna 135cm

Dodatkowa informacja: jeżeli projektor wideo jest wyposażony w gniazdko VGA, to można połączyć go z komputerem i wyświetlać na nim grafikę, oglądać obrazy z Internetu itd.

Wideoprojektory nadają się doskonale do domowego kina z wielkim ekranem, a także do celów konferencyjnych w biurach.

i konkurują pod tym względem z ekranami płaskimi. Stosuje się w nich wszystkie technologiczne udoskonalenia nowoczesnej telewizji, jak częstotliwość obrazów 100Hz czy filtry grzebieniowe. Stanowią idealne rozwiązanie dla kina domowego dla tych, którzy dysponują dostatecznie obszernymi pomieszczeniami (i portfelami).

Istnieją dwa typy projektorów wideo, ciekłokrystaliczne i trójkineskopowe. Te ostatnie powstały na podstawie profesjonalnej techniki trójlampowej. System ten ma wielkie powodzenie także w zastosowaniach domowych, został zminiaturyzowany i przoduje w zakresie obrazów o dużych rozmiarach i znacznej intensywności. System ciekłokrystaliczny projektorów jest w zasadzie bardzo prosty. Obraz taki składa się z aktyw-

nych pikseli z własnymi układami sterującymi. Rozróżnia się dwa rodzaje wideoprojektorów ciekłokrystalicznych, jednopłytowe i trójpłytowe, po jednej dla każdego z kolorów składowych, z potrójną całkowitą liczbą pikseli, a zatem o większej rozdzielczości.

Podpisy pod fotografiami

Projektory wideo nadają się do kina domowego do programów telewizyjnych albo obrazów komputerowych. Ich ceny zawierają się pomiędzy 13 000 a 46 000zł). Na fotografi i ProScreen 4600 Philipsa z lampą o trwałości 8000 godzin).

JVC wypuścił nowe projektory wideo w technologi i D-ILA, o wysokiej rozdzielczości i dużym kontraście.

Nowy przenośny wideoprojektor ciekłokrystaliczny VPL-X600E firmy Sony.

Projektor wideo TLP 511E firmy Toshiba jest wyposażony między innymi w cyfrową kamerę, umożliwiającą projekcje obrazów obiektów i dokumentów.

Firma Barco proponuje wielki wybór trójkineskopowych i ciekłokrystalicznych projektorów wideo.

Cyfrowe wideo

Wideo do celów bezpieczeństwa

Bezpieczeństwo i wideo

Elektronika domowa jest związana przede wszystkim z rozrywką, nie należy jednak zapominać o jej innych zastosowaniach, także dla użytkownika indywidualnego.

Jest wiele takich małych systemów, albo dających się skonfigurować we współdziałaniu z domowym telewizorem, albo działających niezależnie. Urządzenie VSS-2360 (obraz czarno-biały, około 1700zł) Philipsa można umieścić w pokoju dziecinnym, a jego sygnał przekazywać do telewizora, który może współpracować z 1 do 4 kamer (ok. 1300 zł). Telewizor z PIP (obraz w obrazie) jest w tym wypadku szczególnie użyteczny. Mały obrazek z kamery w rogu ekranu pozwala natychmiast zauważyć coś niepokojącego i przełączyć odbiór na cały ekran, umożliwiający dokładną obserwację. System taki można zainstalować na zewnątrz budynku i powiązać z detektorem ruchu lub ciepła.

Włoska firma Ticino, specjalizująca się w domofonach, proponuje system prosty do instalacji (dwa przewody) w cenie średniej konfiguracji (około 3800 zł) o interesujących właściwościach. Kamera typu CCD o małych wymiarach, odporna na zmiany temperatury i wilgotność. Czarno-biały obraz jest oznaczany datą i czasem obserwacji oraz rejestrowany. Jest zatem możliwe sprawdzanie kto i o której godzinie dzwonił do naszych drzwi.

Oczywiście tego rodzaju instalacja domowa może w wybranych przypadkach inicjować odpowiednią reakcję: przesłanie obrazu pomieszczenia w którym się przebywa, zaświecenie lampy, uruchomienia magnetowidu, albo wysłanie sygnału przez telefon komórkowy.

Wobec rosnącego poczucia zagrożenia wzrasta znaczenie dozoru przez wideo zarówno dla instytucji jak i użytkownika indywidualnego.

Podpisy pod fotografiami

Powyżej obserwacyjna kamera wideo SSC-CX34P firmy Sony.

Z lewej kilka przykładów systemów bezpieczeństwa Philipsa dla przemysłu i użytkowników indywidualnych.

SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Co to jest dioda pojemnościowa?

Nie wszyscy wiedzą, że każda krzemowa dioda, na przykład popularna 1N4148, też w zasadzie jest diodą pojemnościową. Przy spolaryzowaniu diody w kierunku zaporowym płynie przez nią pomijalnie mały prąd wsteczny (stały). Co ciekawe, dla przebiegów zmiennych wstecznie spolaryzowana dioda przedstawia sobą nie tylko pomijalnie dużą rezystancję, ale też pewną pojemność. Pojemność ta zależy od wartości przyłożonego napięcia wstecznego – czym większe jest to napięcie, tym mniejsza pojemność.

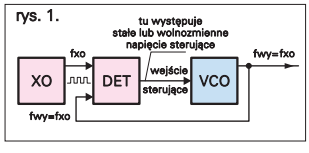
Przykładowo niegdyś bardzo popularne krajowe diody BAVP17...21 zmieniają swą pojemność od ok. 1,45pF do 1,15pF przy zmianie napięcia wstecznego od 0,1V do 10V. Dla diod BAYP17...21 zmiana pojemności wynosi od około 2,6pF do 1,25pF. Jak z tego widać, zwykła dioda ma bardzo małą pojemność i zmiany tej pojemności są niewielkie. Ale jeśli dioda będzie odpowiednio zaprojektowana i wykonana, zarówno pojemność, jak i zmiany pojemności pod wpływem napięcia będą znacznie większe. Dziś produkuje się diody, których pojemność maksymalna sięga 500pF, a stosunek pojemności maksymalnej (przy napięciu bliskim zeru) do pojemności minimalnej (przy napięciach 10...30V) wynosi 3...10. Diody pojemnościowe często są nazywane warikapami.

Dziś diody pojemnościowe praktycznie wyparły kondensatory zmienne z obwodów strojonych i generatorów. Wszystkie nowoczesne radia i telewizory w sumie są strojone przy użyciu diod pojemnościowych. Pierwsze odbiorniki telewizyjne i radiowe strojone „elektronicznie" zawierały stabilne źródło napięcia odniesienia i zespół potencjometrów. Potencjometrem ustawiało się napięcie, które z kolei wyznaczało pojemność diody i częstotliwość odbieranego sygnału. Dziś stosuje się powszechnie strojenie „cyfrowe". Tu również generator przestrajany jest za pomocą diody pojemnościowej, ale napięcie dla niej nie pochodzi z nastawionego potencjometru pełniącego rolę pamieci, tylko jest wytwarzane w układzie elektronicznym zwanym detektorem fazy. W obwodzie „elektronicznego strojenia" wykorzystuje się układ tak zwanej pętli fazowej (PLL).

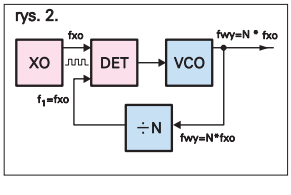
Co to jest PLL?

Skrót PLL pochodzi od angielskiego Phase Locked Loop. Wcześniej tłumaczono to na polski jako Pętla Synchronizacji Fazowej i oznaczano PSF, dziś raczej mówi się po prostu *pętla fazowa*. W największym skrócie i w najprostszym przypadku pętla fazowa jest układem składającym się z generatora wzorcowego (kwarcowego oznaczanego XO), generatora przestrajanego napięciem (oznaczanego VCO – Voltage Controlled Oscillator) i detektora fazy. Ilustruje to **rysunek 1**. Detektor fazy (będący też detektorem częstotliwości) porównuje częstotliwość i fazę generatora wzorcowego z częstotliwością i fazą generatora VCO. W zależności od różnicy częstotliwości i fazy na wyjściu detektora pojawia się napięcie, które tak koryguje częstotliwość generatora VCO, aby generator ten pracował dokładnie synchronicznie z generatorem wzorcowym. Na wyjściu częstotliwość jest równa częstotliwości generatora wzorcowego fxo. Najprostszy układ pętli fazowej z rysunku 1 nie jest zbyt często stosowany, bo po co powtarzać częstotliwość, która występuje na wyjściu generatora kwarcowego. Jednak wprowadzenie dodatkowych dzielników częstotliwości otwiera nowe, bardzo cenne możliwości. Przede wszystkim można włączyć dzielnik dzielący częstotliwość przez liczbę N między wyjście generatora VCO a wejście detektora fazy. Jak się łatwo domyślić, częstotliwość na wyjściu generatora VCO będzie N razy większa niż częstotliwość generatora wzorcowego XO – ilustruje to **rysunek 2**. A skąd na wyjściu weźmie się częstotliwość dokładnie równa N×Fxo? Wymusi ją detektor fazy, który będzie tak zmieniał napięcie sterujące generatorem VCO, by częstotliwość ta po podzieleniu przez N była równa częstotliwości fxo.

rys. 1.



rys. 2.



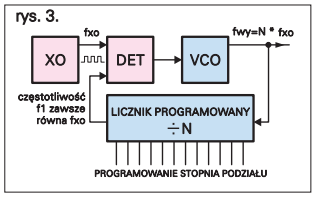
Wystarczy teraz zamiast licznika o stałym stopniu podziału zastosować licznik programowany, a uzyska się prosty syntezer częstotliwości – zmieniając stopień podziału dzielnika można zmieniać częstotliwość wyjściową generatora VCO ze skokiem równym częstotliwości XO. Ilustruje to rysunek 3. Ponieważ detektor fazy precyzyjnie i na bieżąco śledzi i porównuje dwie częstotliwości: wzorcową i podzieloną częstotliwość generatora VCO, stabilność częstotliwości wyjściowej jest praktycznie taka sama, jak stabilność (kwarcowego) generatora XO. Właśnie na takiej zasadzie pracują współczesne układy syntezy częstotliwości i obwody strojenia odbiorników radiowych, telewizyjnych oraz radiotelefonów. I stąd bierze się stabilność częstotliwości, która jest niezależna od zmian temperatury, starzenia elementów i innych czynników związanych z generatorem VCO. O stabilności decyduje jedynie generator kwarcowy.

W układzie z **rysunku 3** można uzyskać częstotliwości będące całkowitą wielokrotnością częstotliwości generatora XO. W praktyce często trzeba ustawiać częstotliwość wyjściową VCO niemal płynnie. Teoretycznie jest to możliwe przy zmniejszeniu częstotliwości XO do, powiedzmy 1Hz i zwiększenie stopnia podziału dzielnika. W praktyce takie najprostsze rozwiązanie nie jest nigdy stosowane i to z wielu względów. W precyzyjnych systemach pomiarowych występuje nie jedna, tylko kilka podobnych pętli fazowych i ich częstotliwości są w pewien szczególny sposób sumowane przy użyciu mieszaczy, filtrów i dodatkowych stałych generatorów. W innych, mniej wymagających urządzeniach stosuje się prostsze sposoby, na przykład pokazany na **rysunku 4**, gdzie dodatkowy dzielnik przez M umożliwia w sumie uzyskanie częstotliwości wyjsciowych równych

$$Fwy = \frac{N}{M} \times Fxo$$

Częściej spotykanym sposobem jest wykorzystanie układu z rysunku 3 i zastosowanie specjalnego licznika, który o dziwo, dzieli częstotliwość przez liczbę ułamkową. Tym samym skok częstotliwości wyjściowych zmniejsza się.

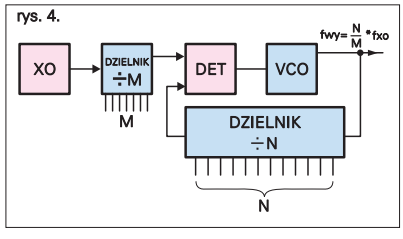
rys. 3.



Podane informacje pokazują jedynie zarys zagadnienia. W praktyce przy projektowaniu pętli fazowej należy rozwiązać szereg istotnych problemów: dobór generatora VCO przestrajanego w pożądanym zakresie częstotliwości, dobór odpowiednich liczników programowanych, a przede wszystkim dobranie parametrów dynamicznych pętli. Podane rysunki nawet nie sygnalizują tego tematu – w rzeczywistości między detektorem fazy a wejściem sterującym generatora VCO umieszczony jest filtr dolnoprzepustowy o charakterystyce dobranej do danego zastosowania. Właśnie ten filtr wraz z detektorem fazy (który często jest dość prostym układem np. bramką EX-OR) określają właściwości pętli fazowej. Jak się nietrudno domyślić, podana wcześniej informacja, że stabilność częstotliwości wyjściowej jest równa stabilności generatora XO, jest nie do końca prawdziwa. Choć rzeczywiście w czasie normalnej pracy częstotliwość wyjściowa jest synchronizowana przez generator XO, jednak chwilowa faza przebiegu wyjściowego może się nieco zmieniać. Można to nazwać szumem fazowym – wielkość tego szumu zależy od stopnia podziału dzielnika (ogólnie czym większa wartość N tym większe szumy fazowe) oraz od właściwości wspomnianego filtru. Ten szum fazowy musi być ograniczony do poziomu zależnego od danego zastosowania.

Przed laty projektowanie od podstaw syntezerów z pętlą fazową było bardzo trudnym zadaniem. Dziś sprawa jest o tyle łatwiejsza, że na rynku dostępne są w postaci układów scalonych najróżniejsze gotowe układy syntezerów na zakresy częstotliwości od pojedynczych herców do 2...3GHz, a producenci proponują gotowe, sprawdzone układy aplikacyjne.

rys. 4.



POCZTA POCZTA POCZTA POCZTA

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Szymona Łukasiewicza ze Świdnicy, Michała Bartoszczyka z Łodzi, Radosława Bleskiego z Kołobrzegu, Andrzeja Godziuka ze Szczecina, Janusza Nowaczewskiego z Zielonej Góry, Radosława Sikonia z Lubawki, Jacka Płochockiego z Leontyny, Stanisława Sawickiego z Suchej Góry, Radosława Stróżyka z Leszna, oraz kolegów, którzy przysłali pocztę przez Internet. Są to: Jacek Kunicki (wyrażamy zgodę na twą propozycję), Mirosław Posacki, Jarosław Skotnicki, Paweł Makarewicz, „Tońko”, Dariusz Rębacz, Piotr Moszynski, Sebastian z Rybnika, Robert Jackowski i Tomasz Mendrek.

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio: Paweł Świrk z Koszalina, Rafał Bochenek z Jaworzna, Przemysław Kuczyński z Kętrzyna, Marcin Pasierbik z Krzczonowa, Jacek Koronkiewicz z Olsztyna, Jarosław Rolnik z Poznania, Radosław Poleski z Kołobrzegu, Marcin Wiązania z Gacek, Marcin Żelazowski z Warszawy, Mariusz Antoszek z Lublina, Kuba Kaczmarski ze Starachowic, Robert Bidas z Rybnika, Roman Sendela z Zawiercia, Rafał Podlacki z Wałbrzycha, Piotr Waraszkiewicz z Darłówka, Piotr Muskała z Wrocławia, Michał Grzemski z Grudziądza, Łukasz Podgórnik z Dąbrowy Tarnowskiej, Piotr Kuśmierczuk z Gościna, Adam Robaczewski z Wejherowa, Zbigniew Żarczyński ze Stawu, Łukasz Świerczyna z Libiąża, Jacek Płochocki z Leontyny, Kosma Moczek z Popowa i Adam Dyga z Tarnowskich Gór.

Nagrody otrzymują **Radosław Poleski** z Kołobrzegu oraz **Mariusz Antoszek** z Lublina.

Nadeszło sporo listów dotyczących samodzielnej budowy kolumn głośnikowych. Ponieważ zainteresowanie tematem jest dużo większe, niż mogliśmy przypuszczać, poczyniliśmy kroki, by w EdW pojawił się cykl artykułów na ten temat. Jeśli wszystko pójdzie dobrze, materiał ten zaczniemy prezentować już w listopadzie. Jeśli chodzi o łącze MIDI, to planujemy jedynie ogólnie zaprezentować możliwości i zasady związane z tym standardem.

Wskutek licznych próśb naszych Czytelników, w tym numerze wyjątkowo zamieszczamy pełną ofertę handlową firmy AVT. Ta pełna oferta drukowana jest w każdym numerze Elektroniki Praktycznej, a u nas, jeśli nadal będziecie sobie tego życzyć, pojawi się na przykład raz na pół roku.

Jeden z Czytelników, **Przemysław Dąbrowski** z Grudziądza, dał propozycję, która zresztą już wcześniej od dłuższego czasu była przez nas rozważana. Przemek pisze, że nawet w dość dużych 100-tysięcznych miastach (nie mówiąc o mniejszych oraz o wsiach) w sklepach elektronicznych w żaden sposób nie można kupić niektórych potrzebnych podzespołów. Wymienia na przykład złącza ARK, podstawki precyzyjne, goldpiny, jumpery. My myśleliśmy o trochę innych podzespołach, głownie półprzewodnikach. Z kolei kolega **Adam Sieńko** z Suwałk wspomniał o wielkich trudnościach ze zdobyciem laminatu szklano-epoksydowego do wykonywania płytek drukowanych, zwłaszcza o wymiarach wiekszych niż 10 x 10cm. Zdajemy sobie sprawę, że duża część naszych Czytelników nie ma bezpośredniego dostępu do wielu interesujących podzespołów i materiałów, niezbędnych współczesnemu elektronikowi. Tacy elektronicy skazani na elementy z wykopalisk nie zrobią dużego postępu i ich konstrukcje będą przestarzałe już w momencie powstania. Co prawda można w sieciach sprzedaży wysyłkowej (także w AVT) zamówić nawet takie drobne elementy, ale rzeczywiście przynajmniej należałoby rozważyć, czy wśród zestawów AVT nie powinien się pojawić jeden lub raczej kilka niedrogich zestawów składających się z takich trudniej dostępnych podzespołów. Wszystko wskazuje, że cena takich zestawów byłaby utrzymana na sensownym poziomie i przez to atrakcyjna. W każdym razie chcemy to z Wami skonsultować, dlatego prosimy o listy z opinią, jakie podzespoły powinny zawierać się w takich zestawach. Listy koniecznie opatrzcie dopiskiem „Podzespoły”.

MOTOROLA

Większe i mniejsze zestawy katalogów firmy **Motorola** otrzymują w tym miesiącu najbardziej wyróżniający się uczestnicy Szkoły Konstruktorów:

Grzegorz Bywalec
Marian Jarek
Marcin Wiązania
Mariusz Nowak
Mariusz Ciołek
Radosław Koppel
Bogdan Taranta
Dariusz Knull
Krzysztof Winkiel

Napisał do nas **Stanisław Szymański** (ul. Rzeczna 7 64-980 Trzcianka). W spawarce „Migomat” spaliła się płytka sterująca i nie sposób odtworzyć układu lub zastąpić go innym układem sterującym. Chodzi o płytkę sterującą obrotami silnika prądu stałego (najprawdopodobniej do wysuwania elektrody). Nie możemy spełnić prośby, ale może ktoś z Czytelników mógłby pomóc.

Podobnie z prośbą zwrócił się **Bernard Adamczyk** (ul. Kolejowa 30/21 21-500 Biała Podlaska): *(...) od kilku miesięcy poszukuję schematu i opisów edytora świetlnego. Interesuje mnie edytor, w którym informacja przesuwałaby się w 4...5 rzędach i aby te informację można było często zmieniać.* W najbliższej przyszłości nie planujemy publikacji takiego urządzenia, ale może ktoś z Czytelników pomoże Bernardowi.

Jeśli chodzi o inne listy i pytania, to nie spełnimy prośby Czytelnika, który nie potrafi rozszyfrować co to jest za układ scalony mający oznaczenie „SM8552 LM556CN”. Jeśli nie domyślił się, że to podwójny timer, a pierwsza część „oznaczenia” to kod daty produkcji, to na pewno nie potrafiłby wykorzystać bardziej szczegółowej odpowiedzi.

Młodziutki **Victor Yokota** z Knyk prosi o aplikacje kilku układów scalonych – spośród wymienionych układów na razie jesteś w stanie praktycznie zagospodarować jedynie UL7523 (bo jest to nic innego jak stabilizator 723 omawiany szczegółowo w Najsłynniejszych aplikacjach), oraz ewentualnie stare układy cyfrowe TTL: UCY7447, UCY7404, MH7490.

A oto pierwsza w dziejach EdW tak bardzo oryginalna prośba. Okazuje się, że EdW to nie tylko „druciki” i lutownica. Zdecydowaliśmy się jak najpoważniej pomóc naszemu Czytelnikowi. Oto fragmenty listu: *„Serdecznie pozdrawiam całą redakcję EdW! Mam 17 lat, chodzę do Zespołu Szkół ... w .... (...) Nie będę owijał w bawełnę – tak naprawdę to chodzi mi o nawiązanie kontaktu z jedną „płcią piękną” o podobnych zainteresowaniach. Wiem, że może to się wydać trochę dziwne, ale postanowiłem spróbować. Raz się żyje!*

Tak więc, serdecznie proszę Was o przesłanie załączonego, zapieczętowanego listu (bo przypuszczam, że nie możecie mi podać adresu .....). Bardzo bym był wdzięczny za pomoc w nawiązaniu kontaktu, a .... sama zadecyduje, co z tym fantem zrobić. (...)

Kupon na bezpłatne ogłoszenie w rubryce „Skrzynka Kontaktowa”

Jestem zainteresowany nawiązaniem kontaktów oraz wymianą doświadczeń z osobami interesującymi się elektroniką. Proszę o zamieszczenie moich danych w rubryce „Skrzynka Kontaktowa” w czasopiśmie *Elektronika dla Wszystkich*.

imię | | | | | | | | | | nazwisko | | | | | | | | | | | | | | | |
(*wypełniać pismem drukowanym*)

ulica (wieś)\numer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

kod i poczta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

własnoręczny podpis .....

pozostałe dane na odwrocie formularza

List prześlemy, a swoją drogą, jest to chyba znakomita okazja do zamieszczenia jeszcze raz kuponu na bezpłatne ogłoszenie do rubryki „Skrzynka Kontaktowa, która z uwagi na ilość chętnych, ukazała się tylko jeden raz (EdW 3/98).

Ciekawy i obszerny list nadesłał **Paweł Świrk** z Koszalina (wbrew obawom Autora doczytaliśmy go do końca i to bez znużenia). Oto fragmenty: *(...) W EdW 11/97...3/98 opisane były szczegółowo inteligentne wyświetlacze alfanumeryczne LCD. Gdy dobrze zaznajomiłem się z tymi artykułami, postanowiłem zdobyć taki element. Tak też i zrobiłem, kupując wyświetlacz LM016. W jednym z odcinków autor Sławomir Surowiński (dla którego przesyłam przy okazji SERDECZNE POZDROWIENIA za to, że opisał te elementy w tak przystępny sposób), podał przykład sterowania takim modułem za pomocą przełączników mechanicznych. Żeby sprawdzić czy mój nowy nabytek działa, wykonałem to proste urządzenie i po włączeniu zasilania oraz podaniu odpowiednich instrukcji moduł... NAPRAWDĘ DZIAŁAŁ!!!*

Sterowanie wyświetlacza polegało na podaniu odpowiedniego stanu logicznego na szynę danych. Było to męczące, dlatego chciałem podłączyć ten wyświetlacz do mojej staruszki AMIGI. Lecz zanim podłączyłem, wklepałem do komputera przykładowy program (podany w EdW), żeby sprawdzić, w jakich granicach zmieniają się stany logiczne. I tu okazało się, że stan wysoki odpowiada napięciu —5V, zaś niski 0V. I tu nasuwa się jedno z pytań – co z tym zrobić – chyba nie można podawać na wejścia —5V jako stan wysoki? (...)

Jak już pisałem, wykonałem układ ręcznego sterowania wyświetlaczem, lecz po kilku dniach poszedł on w kąt, bo prócz nauki moje pisanie na wyświetlaczu na nic się nie zdało. Chciałem wykonać „Najprostszy sterownik wyświetlacza alfanumerycznego z EdW 11/97, ale pojawił się nieunikniony problem: programowanie EPROMa Brrrr! Oczywiście nic o tym nie wiedziałem. Mało tego – znam kilku elektroników (w tym także inżynierów), którzy nie mogli mi pomóc w programowaniu pamięci, gdyż żaden z nich nie ma programatora, ani nawet zielonego pojęcia o programowaniu! W styczniu 1998 w EdW ukazał się programator EPROM do mojej AMISI (od AMIGA, rzecz jasna). Miałem zamiar wykonać to urządzenie, ale okazało się, że potrzebny jest system operacyjny 2.04+, gdy ja, jak większość amigowców mam Amigę z systemem v1.3. (...). Skoro programator ten chodzi na zwykłym C-64, to dlaczego ma nie działać z systemem 1.3. Przecież Amiga nawet z najsłabszym systemem jest nieporównanie szybsza i lepsza od zwykłego C-64!!!

Dlatego proszę o zaprojektowanie programatora do Amigi z systemem 1.3 lub nawet ręcznego programatora pamięci. Niechby taki programator programował pamięć nawet przez 2 doby i pobierał 3A – ale niech działa. Proponowałbym też wprowadzenie jakichś lekcji w celu nauczenia nas programowania tych jakże ciekawych elementów, gdyż chyba nigdzie się o tym nie pisze. (...)

Jeśli chodzi o wszelkie kwestie związane z Amigą, proponujemy zwrócenie się do Sławomira Skrzyńskiego, prowadzącego Kącik Amigowca – jego adres i telefon podane były w jednym z wcześniejszych numerów EdW. Co do pamięci i programowania, to Sławomir Surowiński szykuje się do dzieła i już niedługo przedstawi nie tylko wyczerpujący opis różnorodnych pamięci, ale także praktyczny programator, który umożliwi programowanie EPROMów zarówno na piechotę, jak i za pomocą komputera.

Przy okazji cytowanego listu ponawiamy naszą prośbę: niech wasze uwagi do rubryki „Errare..." będą zamieszczane na oddzielnych kartkach, podpisanych nazwiskiem, z adresem, a nie umieszczajcie uwag do erraty w treści listu lub na jednej kartce wraz z rozwiązaniem konkursu. Poczta jest segregowana i trafia do odpowiednich przegródek i mamy duży kłopot jeśli na jednej kartce mamy kilka oddzielnych zgłoszeń. Dotyczy to także konkursów i wszelkich innych spraw. Bardzo nam ułatwicie pracę, jeśli zarówno koperta, jak i kartki będą opisane, jakiego tematu dotyczą: czy jest to list do rubryki „Poczta", czy „Errare..." dotyczące konkretnego numeru, czy na przykład rozwiązanie krzyżówki (wystarczy znak „#") czy konkursu (przykładowo „SMD" lub „Dynamika").

Nie trzeba chyba nikogo przekonywać, że otrzymujemy mnóstwo listów pochwalnych, niekiedy nawet dziękczynnych. Żeby nie zanudzać Czytelników, nie zamieszczamy ich treści. Rzadko, ale trafiają się także listy krytyczne. Zdecydowana większość z nich dotyczy działalności handlowej firmy AVT i powinna być kierowana nie do Redakcji EdW tylko do Działu Handlowego AVT. Ale nieliczne rzeczywiście skierowane są do nas. Oto treść ostatnio nadesłanej kartki pocztowej wysłanej w Lublinie od (podpis nieczytelny): *Dot. Art. „Nadajnik FM/2m*

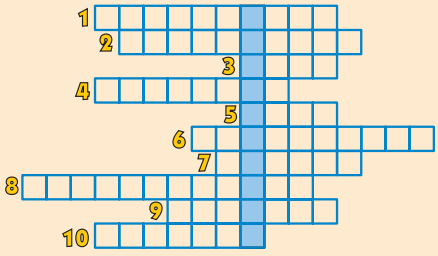
To tak, jakby ktoś chciał kupić samochód, a sprzedawca odpowiada: „Sprzedamy panu samochód, ale koła musi pan sobie sam kupić." Kit bez kwarcu to bezsens. Długo myśleliśmy nad zdaniem w opisie, że „jako X1 można zastosować popularny rezonator 27,145MHz." Powielając 6x otrzymujemy 162,87MHz, a więc bzdura.

Druga sprawa to scalak MC2833 – nigdzie nie ma w sprzedaży. Przecież taki nadajnik można wykonać prościej na kilku tranzystorach. Wiele osób chętnie zbudowałoby radiotelefon FM/2m ale genialnie prosty i tani.

„CB" jest dużo i łatwo o łączność. Pasmo 2m to jeszcze pustynia. W dn. 11 VII (dzień aktywności p. 2m) na prostym radiotelefonie FM/2m – ani jednej łączności!! Pozdrowienia (-)

Cóż, rzeczywiście wykonanie nadajnika czy radiotelefonu na pasmo 2m wcale nie jest takie proste. Wspomniany artykuł pokazuje przykład wykorzystania interesującej kostki MC2833 i na pewno zachęci wielu do jej praktycznego wykorzystania. Prezentowany układ przeznaczony jest dla osób, które mają już jakieś doświadczenie w dziedzinie urządzeń UKF i mają także zapas różnych podzespołów. Według naszej wiedzy kostka MC2833 jest wykorzystywana w urządzeniach pracujacych w najróżniejszych pasmach częstotliwości w różnorodnych zastosowaniach. W związku z tym, patrząc na zagadnienie od strony AVT można zapytać, czy należałoby zamówić partię kwarców na jedną określoną częstotliwość, czy raczej całą serię, i umożliwić pracę w różnych kanałach pasma 144MHz, czy może w jeszcze innych pasmach? Znając życie można przypuszczać, iż w zbiorach naszych Czytelników znajdują się kwarce na najróżniejsze częstotliwości, które mogą być wykorzystane w urządzeniu. Oczywiście dobrym rozwiązaniem byłoby wykorzystanie syntezera, ale to już oddzielny temat.

Krzyżówka • Krzyżówka • Krzyżówka •



1. Służy do wzmacniania sygnału, bez zmiany jego kształtu.
2. Do pomiaru napięcia.
3. Może być magnetyczne, elektryczne lub grawitacyjne.
4. Z założenia maszyna licząca.
5. Jedna z elektrod tranzystora unipolarnego.
6. Wzmacniający element półprzewodnikowy, posiadający zazwyczaj trzy elektrody.
7. Charakteryzuje się między innymi: długością elektryczną i zyskiem.
8. Odwrotność rezystancji.
9. Posiada dwa zaciski; Może być np. RLC.
10. „Wypadkowa" mocy czynnej i biernej, czyli moc...

Rozwiązania zawierające wszystkie hasła należy nadsyłać do końca września.

ROZWIĄZANIE KRZYŻÓWKI Z EDW 05/98

Rozwiązaniem krzyżówki jest hasło „Generator". Jak zauważyliście, krzyżówka z maja pojawiła się w zbyt bladych kolorach (kratki były prawie niewidoczne), za co Was przepraszamy. Mimo takiego dodatkowego utrudnienia, napłynęły liczne rozwiązania. Nagrody w postaci kitów AVT otrzymują: **Janina Kunk**a z Giżycka, **Paweł Żurowski** z Koszalina i **Michał Grzemski** z Grudziądza.

wiek | | | lat

elektroniką zajmuję się od | | | lat

zainteresowania (np. audio, cyfrówka, mikroprocesor (jaki), naprawa sprzętu RTV, elektronika motoryzacyjna itp.):